



CSAS

Canadian Science Advisory Secretariat

Research Document 2007/028

Not to be cited without
permission of the authors *

SCCS

Secrétariat canadien de consultation scientifique

Document de recherche 2007/028

Ne pas citer sans
autorisation des auteurs *

Évaluation de stock de crabe des neiges, *Chionoecetes opilio*, dans le sud du golfe du Saint-Laurent (zones 12, 19, E et F) en 2006

The 2006 assessment of snow crab, *Chionoecetes opilio*, stocks in the southern Gulf of St. Lawrence (Areas 12, 19, E and F)

M. Hébert, E. Wade, T. Surette, P. DeGrâce and/et M. Moriyasu

Oceans and Science Branch / Direction des Océans et des Sciences
Gulf Region / Région du Golfe
Department of Fisheries and Oceans / Département des Pêches et des Océans
Gulf Fisheries Centre / Centre des Pêches du Golfe
P. O. Box 5030 / C. P. 5030
Moncton, NB E1C 9B6

* This series documents the scientific basis for the evaluation of fisheries resources in Canada. As such, it addresses the issues of the day in the time frames required and the documents it contains are not intended as definitive statements on the subjects addressed but rather as progress reports on ongoing investigations.

* La présente série documente les bases scientifiques des évaluations des ressources halieutiques du Canada. Elle traite des problèmes courants selon les échéanciers dictés. Les documents qu'elle contient ne doivent pas être considérés comme des énoncés définitifs sur les sujets traités, mais plutôt comme des rapports d'étape sur les études en cours.

Research documents are produced in the official language in which they are provided to the Secretariat.

Les documents de recherche sont publiés dans la langue officielle utilisée dans le manuscrit envoyé au Secrétariat.

This document is available on the Internet at:

Ce document est disponible sur l'Internet à:

<http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas/>

ABSTRACT

The 2006 assessment of the southern Gulf of St. Lawrence snow crab, *Chionoecetes opilio*, stock (Areas 12, 19, E and F) was based on data from the commercial fishery (fishermen's logbooks, at-sea observer's measurements and quota monitoring reports) and trawl surveys. The 2006 landings in Area 12 were 25,889 t (quota of 25,869 t) with a partially standardized average catch per unit of effort (CPUE) of 64.4 kg/trap haul (kg/th) and a total fishing effort of 402,702 trap hauls. Some indicators (e.g., CPUE, mean size of commercial-sized adult males and incidence of soft-shelled crabs) indicate that the fishery performance was good in 2006. In Area 19, landings were 1,989 t (quota of 2,000 t). The partially standardized CPUE increased from 68.8 kg/th in 2005 to 84.4 kg/th in 2006. In Area E, landings were 411 t representing 74.7% of their quota of 550 t. The partially standardized CPUE decreased from 80.6 kg/th in 2005 to 40.8 kg/th in 2006. The 2006 landings in Area F were 787 t representing 96.7% of their quota of 815 t. The partially standardized CPUE decreased from 93.7 kg/th in 2005 to 55.9 kg/th in 2006.

The 2006 survey biomass index of commercial-sized crabs in Area 12 was 61,886 t (56,880 t – 67,246 t), which is comparable to the 2005 estimate of 62,939 t (58,840 t – 67,246 t). Seventy one percent (71%) of the 2006 survey biomass index is composed of new recruitment estimated at 44,087 t (39,970 t – 48,508 t). The recruitment to the fishery is expected to decline in 2008 by approximately 50%. The recruitment to the fishery will probably continue to be low until about 2011 because of the decrease in abundance of prerecruits larger than 56 mm of carapace width (CW), (R-4, R-3 and R-2) observed in the 2006 trawl survey. The abundances of males smaller than 56 mm CW have been low since the 2002 trawl surveys. The survey abundance of mature females has been decreasing since 1999 (the earliest year of the survey that can currently be used) while the mean size of mature females in the survey has been decreasing since 1988. The decrease in abundance is expected to continue. The estimated total egg production showed a decline since 2001 and reached the lowest observed in 2006. This fishery has become

RÉSUMÉ

Le stock du crabe des neiges, *Chionoecetes opilio*, du sud du golfe du Saint-Laurent (zones 12, 19, E et F) en 2006 a été évalué à partir des données de pêche commerciale (carnets de bord des pêcheurs, des observateurs en mer et des rapports de contingents) et des relevés au chalut. Les débarquements pour la zone 12 ont été de 25 889 t (quota de 25 869 t) en 2006 avec une prise par unité d'effort moyenne partiellement pondérée (PUE) de 64,4 kilogrammes par casier levé (kg/cl) et un effort de pêche total estimé à 402 702 casiers levés. Il ressort de nombreux indicateurs (p. ex., PUE, taille moyenne, et incidence de crabes à carapace molle) que la performance de pêche était bonne en 2006. Dans la zone 19, les débarquements se chiffraient à 1 989 t (quota de 2 000 t). La PUE moyenne partiellement pondérée a augmenté passant de 68,8 kg/th en 2005 à 84,4 kg/th en 2006. Dans la zone E, les débarquements en 2006 ont été de 411 t représentant 74,7% du quota de 550 t. La PUE moyenne partiellement pondérée a diminué passant de 80,6 kg/cl en 2005 à 40,8 kg/th en 2006. Les débarquements dans la zone F en 2006 ont été de 787 t représentant 96,7% de leur quota de 815 t. La PUE moyenne partiellement pondérée a diminué passant de 93,7 kg/th en 2005 à 55,9 kg/th en 2006.

L'indice de la biomasse commerciale pour la zone 12 à partir du relevé au chalut de 2006 a été de 61 886 t (56 880 t – 67 246 t), ce qui est comparable à l'estimé de 2005 qui était de 62 939 t (58 840 t – 67 246 t). Soixante onze pourcent (71%) de l'indice de la biomasse du relevé de 2006 est composé du nouveau recrutement à la pêcherie estimé à 44 087 t (39 970 t – 48 508 t). Le recrutement à la pêcherie est prévue de diminuer d'environ 50% en 2008. Le recrutement à la pêcherie va probablement continuer d'être bas jusqu'à environ 2011 en raison de la diminution de l'abondance des prérecrues plus grand que 56 mm de largeur de carapace (LC) (R-4, R-3 et R-2) observé dans le relevé au chalut de 2006. Les abondances des petits mâles plus petits que 56 mm LC ont été faibles dans les relevés depuis 2002. L'abondance des femelles matures diminue depuis 1999 (la dernière année du relevé qui peut présentement être utilisée) alors que la taille moyenne des femelles matures diminue depuis 1988. Cette diminution dans l'abondance est prévue de continuer. La production estimée

largely dependent on the annual recruitment to the fishery. If recruitment decreases as expected from 2008 to about 2011, the continued high exploitation rates combined with the expected low recruitment would result in a rapid decrease in commercial biomass.

In Area 19, the September 2006 survey biomass index of commercial-sized crabs was 4,285 t (2,910 t – 6,090 t), which represents an increase of 13% compared to the 2005 fall estimate of 3,802 t (2,890 t – 4,912 t). Fifty nine percent (59%) of this survey biomass index is composed of new recruitment estimated at 2,519 t (1,443 t – 4,096 t). The prerecruits larger than 56 mm CWL (R-4, R-3 and R-2) observed in the 2006 trawl survey increased compared to 2005, which may indicate an increase in the commercial biomass index in the near future if these crabs stay within the zone after reaching the legal size. The commercial biomass index estimates based on the fall trawl survey may not reflect the fishable stock at the time of the fishery 8-10 months later, mainly because of a dynamic movement of commercial-sized adult males that occurs in Area 19 and adjacent fishing areas (Areas 12 and F). The June survey, immediately prior to the July fishery provides a more reliable biomass estimate.

In Area E, the 2006 survey commercial biomass index was estimated to be 368 t (45 t – 1,394 t), a 56% decrease compared to the 2005 estimate of 845 t (417 t – 1,534 t). In Area F, the 2006 survey commercial biomass index was estimated at 562 t (74 t – 2,074 t), a 71% decrease compared to the 2005 estimate of 1,923 t (1,024 t – 3,303 t). The Areas E and F are overflows (heavily influenced by) from Areas 12 and 19. The low survey biomass estimates and the rapidly decreasing CPUE, suggest that the biomass in those areas is expected to be low. With the expected decline in commercial biomass and the overall retraction of the densities into the central part of the Area 12 after 2008, the commercial biomass is expected to decrease severely in the next few years.

totale d'œufs montre une diminution depuis 2001 et a atteint le plus bas niveau observé en 2006. Cette pêche est devenue largement dépendante sur le recrutement annuel à la pêcherie. Si le recrutement diminue comme prévue de 2008 à environ 2011, la continuation des taux d'exploitation élevés combiné avec un faible recrutement prévu va résulter à une diminution rapide de la biomasse commerciale.

Dans la zone 19, l'indice de la biomasse commerciale du relevé au chalut de septembre 2006 a été estimé à 4 285 t (2 910 t – 6 090 t), ce qui représente une augmentation de 13% comparativement à l'estimé d'automne 2005 de 3 802 t (2 890 t – 4 912 t). Cinquante-neuf pour cent (59%) de cet indice est composé de nouvelles recrues estimées à 2 519 t (1 443 t – 4 096 t). Les prérecrues (R-4, R-3 et R-2) ont augmenté comparativement à 2005, ce qui pourrait indiquer une augmentation de l'indice de la biomasse commerciale dans un futur proche si ces crabes demeurent dans la zone après avoir atteint la taille commerciale réglementaire. L'indice de la biomasse commerciale estimé d'après les résultats du relevé d'automne au chalut ne reflète peut-être pas le stock pêchable à l'ouverture de la pêche 8 à 10 mois plus tard principalement en raison d'un mouvement dynamique de va-et-vient des mâles adultes de taille commerciale entre la zone 19 et les zones 12 et F. Le relevé au chalut de juin, immédiatement avant la pêche de juillet, donne un estimé de la biomasse commerciale beaucoup plus fiable.

Dans la zone E, l'indice de la biomasse commerciale du relevé de 2006 a été estimé à 368 t (45 t – 1 394 t), une diminution de 56% comparativement à l'estimé de 2005 qui était de 845 t (417 t – 1 534 t). Dans la zone F, l'indice de la biomasse commerciale du relevé de 2006 a été estimé à 562 t (74 t – 2 074 t), ce qui représente une diminution de 71% par rapport à 2005 qui était de 1 923 t (1 024 t – 3 303 t). Les zones E et F sont des zones de débordements des zones 12 et 19. Les faibles estimés de la biomasse commerciale et les diminutions rapides des PUE suggèrent que la biomasse dans ces zones va continuer d'être basse. Avec la diminution prévue de la biomasse commerciale et de la rétraction globale des densités vers la partie centrale de la zone 12 après 2008, la biomasse commerciale est prévue de diminuer sévèrement dans les prochaines années.

1.0. INTRODUCTION

Snow crab, *Chionoecetes opilio*, has been commercially exploited in the southern Gulf of St. Lawrence since the mid 1960s. There are four individually managed fishing areas (Areas 12, 19 E and F) (Fig. 1) among which Area 12 is the largest fishery in terms of its landings (Table 1), fishable surface and number of participants. In Areas 12, E and F, the fishing season generally starts in April-May as soon as the Gulf is clear of ice and lasts approximately 10-12 weeks. In Area 19, the fishing season starts in July and ends in mid-September. Landing of females is prohibited and only hard-shelled males ≥ 95 mm of carapace width (CW) are commercially exploited.

In the southern Gulf of St. Lawrence, molting occurs in December-April (Watson, 1972; Conan et al., 1988; Sainte-Marie et al., 1995; Benhalima et al., 1998; Hébert et al., 2002), prior to the fishery. Snow crabs normally molt every year until they reach a final or "terminal" molt (Conan and Comeau, 1986). Males undergo this terminal molt (called adult by Sainte-Marie et al., 1995) at sizes ranging between 40 and 150 mm CW (Conan and Comeau, 1986; Sainte-Marie and Hazel, 1992; Sainte-Marie et al., 1995). Females reach terminal molt at smaller sizes ranging between 30 and 95 mm CW (Moriyasu and Conan, 1988; Sainte-Marie and Hazel, 1992; Sainte-Marie et al., 1995). Pubescent (adolescent) females have a narrow abdomen and fully developed orange gonads in the fall. These females will molt to maturity (terminal molt) between December and April and become nulliparous females characterized by an enlarged abdomen and ripe ovaries. They mate immediately after their terminal molt, while their carapace is still soft, and extrude fertilized eggs for the first time as primiparous females (Watson, 1969; Moriyasu and Conan, 1988). Multiparous females are repeat spawners (second brood or older) whose mating season occurs from late-May to early-June, after egg hatching (Conan and Comeau, 1986; Moriyasu and Conan, 1988; Sainte-Marie and Hazel, 1992; Moriyasu and Comeau, 1996; Sainte-Marie et al., 1999). Mature females (primiparous and multiparous) may produce

1.0. INTRODUCTION

Le crabe des neiges, *Chionoecetes opilio*, est commercialement exploité dans le sud du golfe du Saint-Laurent depuis le milieu des années 1960. Il y a quatre zones de pêche individuelle (zones 12, 19, E et F) (fig. 1) dans laquelle la zone 12 est la plus grande pêcherie en terme de débarquements (tableau 1), de la surface pêchable et du nombre de participants. Dans les zones 12, E et F, la saison de pêche débute généralement en avril-mai aussitôt que le golfe est libre de glace et dure sur une période d'environ 10 à 12 semaines. Dans la zone 19, la pêche débute en juillet et se termine à la mi-septembre. L'exploitation des femelles est interdite. Seuls les mâles à carapace dure, dont la taille minimale légale est de 95 mm de largeur de carapace (LC), sont exploités commercialement.

Dans le sud du golfe du Saint-Laurent, la mue a lieu en décembre-avril (Watson, 1972; Conan et al. 1988; Sainte-Marie et al. 1995; Benhalima et al. 1998; Hébert et al. 2002) juste avant le début de la saison de pêche. Le crabe des neiges mue normalement à chaque année jusqu'à ce qu'il atteigne la mue terminale (Conan et Comeau, 1986). Les mâles atteignent cette mue terminale (appelé le stade adulte: Sainte-Marie et al. 1995) à des tailles variant entre 40 et 150 mm LC (Conan et Comeau, 1986; Sainte-Marie et Hazel, 1992; Sainte-Marie et al. 1995) alors que les femelles atteignent la mue terminale à des tailles inférieures, soient entre 30 et 95 mm LC (Moriyasu et Conan, 1988; Sainte-Marie et Hazel, 1992; Sainte-Marie et al. 1995). Les femelles pubères (adolescentes) ont un abdomen étroit et des gonades orange complètement développées en automne. Ces femelles vont muer pour la maturité (mue terminale) entre décembre et avril et devenir des femelles nullipares caractérisées par un abdomen élargi et des ovaires matures et vont s'accoupler et produire des œufs fertilisés pour la première fois, juste après la mue terminale (stade primipare) alors que la carapace est encore molle (Watson, 1969; Moriyasu et Conan, 1988). Les femelles multipares désignent les femelles qui pondent pour la deuxième fois ou plus dont la période de reproduction a lieu entre la fin mai et début juin après l'éclosion des œufs (Conan et Comeau, 1986; Moriyasu et Conan, 1988; Sainte-Marie

more than one viable brood from sperm stored in their spermathecae from the first mating, without subsequent mating (Sainte-Marie and Carrière, 1995). However, mating after larval hatching might be a general rule for snow crab (Conan et al., 1988), as the probability that one male fertilizes a female's lifetime production of eggs is small (Rondeau and Sainte-Marie, 2001). Larval hatching will occur approximately 2 years after mating (Mallet et al., 1993; Moriyasu and Lanteigne, 1998). In the southern Gulf of St. Lawrence, the majority of mature females seems to follow a two-year reproductive cycle, with a negligible portion of mature females following a one-year cycle as sometimes observed in Baie Sainte-Marguerite in the northwestern Gulf of St. Lawrence (Sainte-Marie et al. 1995).

et Hazel, 1992; Moriyasu et Comeau, 1996; Sainte-Marie et al. 1999). Les femelles matures (primipares et multipares) de crabe des neiges peuvent aussi produire plus qu'une portée d'œufs viables à partir des spermatozoïdes emmagasinés dans leurs spermatheques lors du premier accouplement sans d'autre accouplement subséquent (Sainte-Marie et Carrière, 1995). Cependant, la reproduction après le relâchement larvaire pourrait être la règle générale pour le crabe des neiges (Conan et al. 1988) étant donnée la probabilité qu'un mâle fertilise une seule production d'œufs dans la vie d'une femelle est petite (Rondeau et Sainte-Marie, 2001). L'éclosion des œufs se produit approximativement 2 ans après l'accouplement (Mallet et al. 1993; Moriyasu et Lanteigne, 1998). Dans le sud du golfe du Saint-Laurent, la majorité des femelles matures suit un cycle reproducteur de deux ans alors que quelques femelles suivent un cycle de reproduction de un an tel qu'observé par Sainte-Marie et al. (1995) dans la Baie Sainte-Marguerite dans le nord-ouest du golfe du Saint-Laurent.

After molting, snow crab has a soft shell and its content is mostly water for a period of time. It takes about 8-10 months for an adult soft-shelled male to harden its carapace (Hébert et al., 2002) and 1 year to reach maximal meat yield (Dufour et al., 1997). Adult soft-shelled males, not being able to mate during their postmolt period (Moriyasu et al., 1988), will be ready to participate in reproductive activities the following year, during February with nulliparous females and in May-June with multiparous females (Conan et al., 1988). Adult soft-shelled males of legal size represent the annual recruitment to the fishery, as they will become commercially exploitable for the following fishing season (Hébert et al., 2000).

Après la mue, le crabe possède une carapace molle dont le corps est rempli d'eau pour un certain temps. Le crabe adulte mâle à carapace molle prend environ 8-10 mois avant que sa carapace devienne dure (Hébert et al. 2002) et 1 an pour atteindre un rendement en chair maximal (Dufour et al. 1997). Les crabes adultes mâles à carapace molle, incapables de se reproduire durant la période de la postmue (Moriyasu et al. 1988), seront prêts à participer à la reproduction l'année suivante avec les femelles nullipares en février et avec les femelles multipares en mai-juin (Conan et al. 1988). Les crabes adultes mâles de taille commerciale avec une carapace molle représentent le recrutement annuel à la pêche puisque ils deviendront commercialement exploitables la saison de pêche suivante (Hébert et al. 2000).

With the early closure of the Area 12 fishery in 1989, resulting from a rapid decline in catch rates associated with an increasing incidence of soft-shelled crabs captured, new management measures were introduced in 1990. One of the strategies used was to determine the total allowable catch (TAC) or quota based on the biomass of adult male crab ≥ 95 mm (CW) as estimated from the trawl survey. A second management strategy was

De nouvelles mesures de gestion ont été adoptées en 1990, suite à la fermeture prématurée de la pêche de la zone 12 en 1989 à cause du déclin rapide des taux de capture, associé avec une incidence élevée de mâles à carapace molle dans les captures. Une des stratégies utilisées consiste à fixer une allocation totale des captures (ATC) ou contingent en fonction de la biomasse de crabes mâles adultes ≥ 95 mm (LC), estimée à

to avoid capturing soft-shelled males because of their poor commercial quality, their inability to participate in mating, and that they constitute the recruits for the following fishing season. Soft-shelled males have low commercial value due to their low meat content and are discarded at sea by fishermen. This activity may increase the mortality of discarded soft-shelled males (Dufour et al., 1997). Since 1990, a protocol for monitoring the capture of soft-shelled males was put in place in the southern Gulf of St. Lawrence fisheries. It consists of closing the fishery as soon as the percentage of soft-shelled males caught exceeds 20% of total catch in number for two consecutive weeks, based on sea sampling carried out by observers (Anonymous, 1997).

In this paper, the 2006 assessment results of the of the snow crab resource in the southern Gulf of St. Lawrence (Areas 12, 19, E and F) are presented, based on fisheries data (logbook, purchase slips, and sea sampling of the commercial catches) and a trawl survey.

2.0. METHODS

2.1. Logbooks and purchase slips:

Raw data on catches and fishing effort were obtained from fishermen's logbooks and sales slips from processing plants. The data were compiled by Informatics and Statistics Branches of the Quebec and Gulf Regions of Department of Fisheries and Oceans (DFO) and verified by Science Snow Crab Section. The mean catch per unit of effort (CPUE) of the fleet in year (i) corresponds to the ratio of total catches from sales slips (where available) or the fishermen's logbooks (y_i) and the corresponding number of trap hauls (th_i) reported in the logbooks: $CPUE_i = \sum y_i / \sum th_i$. The total effort (total number of trap hauls: (TH)) was then estimated from total official landings from the quota monitoring report (Y_i) divided by average CPUE: $TH_i = Y_i / CPUE_i$. The geographic distribution of fishing effort was presented as a sum of the total number of trap hauls within each 10 minutes of latitude by

partir du relevé au chalut. Une deuxième stratégie de gestion est d'éviter de capturer des mâles à carapace molle. Ces mâles sont de mauvaises qualités commerciales et incapables de participer à la reproduction. De plus, ils constituent les recrues des saisons de pêche à venir. Le mâle à carapace molle a moins de valeur sur le plan commercial à cause de son faible rendement en chair et il est rejeté en mer par les pêcheurs. Ce comportement pourrait augmenter la mortalité des mâles à carapace molle et diminuer le recrutement à la pêcherie des années suivantes (Dufour et al. 1997). Depuis 1990, un protocole de suivi du crabe à carapace molle a été mis en place pour les pêcheries du sud du golfe du Saint-Laurent. La pêche peut être fermée pour toute la zone lorsque le pourcentage des mâles à carapace molle dépasse 20% en nombre pendant deux semaines consécutives, basé sur des échantillonnages en mer effectués par des observateurs (Anonymes, 1997).

Dans ce document, les évaluations de l'état de la ressource du crabe des neiges dans le sud du golfe du Saint-Laurent (zones 12, 19, E et F) sont basées sur les données des pêches (carnets de bord, bordereaux d'achat, et échantillonnage en mer des prises commerciales) et d'un relevé au chalut.

2.0. MÉTHODES

2.1. Carnets de bord et bordereaux d'achat:

Les données brutes sur les prises et l'effort de pêche ont été obtenues grâce aux carnets de bord des pêcheurs et aux bordereaux d'achat des entreprises de transformation. Les données ont été compilées par les Directions de l'informatique et des statistiques des Régions du Québec et du Golfe du MPO et ré-évaluées par la section du crabe des neiges. La prise par unité d'effort (PUE) moyenne de la flotte à l'année (i) correspond au rapport entre le total des prises indiqué sur les bordereaux d'achat (lorsqu'ils sont disponibles) ou les carnets de pêche (y_i) et du nombre correspondant de casiers levés (cl_i) d'après les carnets de pêche: $PUE_i = \sum y_i / \sum cl_i$. L'effort total (nombre total de casiers levés: (CL)) a été estimé à partir du total des débarquements officiels provenant du rapport de contingent (Y_i) divisé par la PUE moyenne: $CL_i = Y_i / PUE_i$. La répartition géographique de l'effort de pêche a

longitude grid. The fishing positions were taken from logbooks.

2.2. Sea and port sampling:

Since 1990, DFO has implemented an intensive sampling program (observer program) onboard commercial vessels (Fig. 1) to provide a weekly assessment of the percentage of soft-shelled crabs and the size structures of males caught. Two types of sampling have been conducted on the commercial fishing vessels: (1) sea sampling and (2) port sampling. For the sea sampling, a sub-sample of 40 males was chosen at random from each trap sampled. The following measurements were taken from each crab sampled: carapace width (CW), chela height (CH), carapace condition (Hébert et al., 1997) and hardness at the base of the right claw (Foyle et al., 1989). The hardness measurement was determined with a 7-lbs (approximately 3 kg) gauge durometer (Pacific Transducer Corp., California, U.S.A.) using a scale between 0 and 100 units. The position, depth and total number of males for each trap were also recorded. For the port sampling, a sub-sample of 100 males was chosen at random and the same measurements described above for the sea sampling were taken. The following additional information was recorded for each sampled vessel: name of the boat, date of sampling, and the total quantity landed. In Areas 12, E and F, individuals with carapace conditions 1 and 2 and claw hardness less than 68 units on the durometer were considered as soft-shelled crabs (Hébert et al., 1992). In Area 19 (summer fishery), individuals with carapace conditions 1 and 2 and the claw hardness less than 78 on the durometer reading were used as soft and white crabs to protect the newly-molted crab with a relatively harder carapace than those observed during a spring fishery.

été présentée comme la somme du nombre total de casiers levés dans chaque quadrilatère de 10 minutes de latitude sur 10 minutes de longitude. Les positions de pêche ont été prises dans les carnets de bord.

2.2. Échantillonnage en mer et au port:

Depuis 1990, le MPO a implanté un programme intensif d'échantillonnage (programme des observateurs) à bord des bateaux de pêche commerciale (fig. 1) qui donne une évaluation hebdomadaire du pourcentage de mâles à carapace molle dans les prises et les structures de tailles des mâles capturés. Deux types d'échantillonnages ont été effectués sur les bateaux de pêche commerciale: (1) échantillonnage en mer et (2) échantillonnage au port. Pour l'échantillonnage en mer, un sous échantillon de 40 mâles a été prélevé au hasard pour chaque casier échantillonné. Les mesures suivantes ont été prises sur chacun des mâles échantillonnés: largeur de la carapace (LC), hauteur de la pince (HP), condition de la carapace (Hébert et al. 1997) et dureté de la base de la pince droite, mesurée au moyen d'un duromètre (Foyle et al. 1989). La mesure de la dureté de la carapace a été déterminée en utilisant un duromètre (Pacific Transducer Corp., California, U.S.A.) d'une pression de 7 lbs (approximativement 3 kg) ayant une échelle entre 0 et 100 unités. La position, la profondeur et le nombre total de crabes mâles pour chacun des casiers ont été notés. Pour l'échantillonnage au port, un sous échantillon de 100 mâles a été prélevé au hasard et les mesures mentionnées pour l'échantillonnage en mer ont été prises. Des informations additionnelles suivantes ont été notées pour chaque bateau échantillonné: nom du bateau, date de l'échantillonnage, et la quantité débarquée. Dans les zones 12, E et F, les individus avec une carapace de conditions 1 et 2 dont la dureté des pinces était inférieure à 68 sur le duromètre étaient considérés comme des mâles à carapace molle (Hébert et al. 1992). Dans la zone 19 (pêche d'été), les individus avec une carapace de conditions 1 et 2 et une dureté de la pince inférieure à 78 comme lecture sur le duromètre ont été considérés comme crabes mous et blancs afin de protéger les crabes récemment mués avec une carapace relativement plus dure que ceux observés lors d'une pêche de printemps.

The catch composition (% of different categories of crab) was estimated based on the carapace hardness, size (legal and sub-legal) and morphometric maturity (adult or adolescent). For the morphometric maturity, the terminology described by Sainte-Marie et al. (1995) is used in this paper; the term "adolescent" was formerly called morphometrically immature and "adult" was formerly called morphometrically mature (Conan and Comeau, 1986). The annual and weekly mean weighted percentages of soft-shelled males (Hébert et al., 1992; Hébert et al., 2005) were calculated based on the size structures obtained at-sea and at-port sampling combined with the landing data for each sampled vessel. The fishing-induced mortality of soft-shelled males in Area 12 was set at 14.3% as determined by Dufour et al. (1997).

2.3. Trawl Survey Biomass index estimation:

The 2006 post-fishing season trawl survey was conducted in Areas 12, 19, E and F (Fig. 2). In addition, a pre-fishing season trawl survey was conducted in Area 19 in June 2006 to evaluate changes in geographical distribution, estimates of commercial biomass and prerecruits indices. In Area 12, the survey has been conducted every year since 1988, except for 1996. The trawl survey in Area 19 was conducted before the fishing season from 1990 to 1992. Since 1993, the survey has been conducted after the fishing season. In Areas E and F, the survey has been conducted since 1997.

The sampling design for the 2006 trawl survey was modified in accordance with recommendations from the Assessment Framework Workshop on southern Gulf of St. Lawrence snow crab stock that was held in October 2005 in Moncton, NB (Anonymous, 2006). The survey area was extended slightly to include all areas between the 36 meter (20 fathoms) and 365 meter (200 fathoms) isobaths. In addition, sampling stations were redistributed to provide more spatial homogeneity as higher sampling densities were present in both the Chaleur Bay and

La composition des prises (% des différentes catégories de crabes) a été produite basée sur la rigidité de la carapace, la taille (réglementaire et non-réglementaire) et la maturité morphométrique (adulte ou adolescent). La terminologie décrite par Sainte-Marie et al. (1995) pour la maturité morphométrique est utilisée dans ce rapport; les «crabes adolescents» et les «crabes adultes» représentent les crabes morphométriquement immatures et matures (Conan et Comeau, 1986), respectivement. Les pourcentages annuels et hebdomadaires moyens des mâles à carapace molle pondérés en fonction du poids ont été calculés en fonction des structures de taille obtenues en mer et au port, et des débarquements de chaque bateau échantillonné (Hébert et al. 1992; Hébert et al. 2005). La mortalité causée par la pêche des mâles à carapace molle dans la zone 12 a été établie à 14,3% comme déterminée par Dufour et al. (1997).

2.3. Évaluation de l'indice de la biomasse du relevé au chalut:

Un relevé au chalut après la saison de pêche a été effectué en 2006 dans les zones 12, 19, E et F (fig. 2). De plus, un relevé au chalut avant la saison de pêche a été effectué dans la zone 19 en juin 2006 dans le but d'évaluer les changements dans la distribution géographique et des indices d'abondance des crabes de taille commerciale et des prerecruits. Pour la zone 12, le relevé au chalut a été effectué à chaque année depuis 1988, à l'exception de 1996. Le relevé au chalut dans la zone 19 a été effectué avant la saison de pêche de 1990 à 1992, mais depuis 1993, le relevé a été entrepris après la saison de pêche. Le relevé au chalut dans les zones E et F a été entrepris pour la première fois en 1997.

Le plan d'échantillonnage du relevé au chalut de 2006 a été modifié selon les recommandations de l'Atelier de Travail sur l'Évaluation du stock du crabe des neiges du sud du golfe du Saint-Laurent tenu en octobre 2005 à Moncton, NB (Anonymes, 2006). La surface échantillonnée du relevé s'est légèrement étendue pour inclure tous les endroits aux isobathes entre 36 mètres (20 brasses) et 365 mètres (200 brasses). De plus, des stations d'échantillonnage ont été redistribuées afin d'obtenir une plus grande homogénéité spatiale en tenant compte des

Cape Breton Area 19 in the 2005 survey (Fig. 2). A small number of sampling stations were added in the 2006 survey, bringing the total to 355 in the study area.

The goal to use the 10 by 10 minute latitude-longitude grid stratification was to deal with two problems: the first being grids which only partly overlapped with the study area and; the second being the slight distortion of the grids in relation to the latitude. The latter leads to a maximum 4% difference in surface area when comparing grids from the southern to the northern extreme of the survey area. The 2006 number of stations per grid was determined so that the sampling density be the same everywhere and relatively uniform. Stations were sequentially assigned to each grid in successive rounds (simulations), first by randomly shuffling all grids and then statistically assigning the number of stations with a probability proportional to its surface area. The number of stations per grid having thus been set, we then determined whether the number of stations per grid used in the 2005 sampling design was lower, equal or exceeded this number. In the case where the number of stations was lower than 2005, new random location(s) were assigned within the grid. In the case where the number of stations was equal, it was left unchanged. In the case where the number of stations exceeded the 2005 set number, stations were randomly removed. In this way, about 70% of the assigned locations of the 2005 survey stations were left unmodified, while achieving the goal of spatial sampling homogeneity for the 2006 survey (Fig. 2).

A Bigouden *Nephrops* trawl net originally developed for Norway lobster (*Nephrops norvegicus*) fisheries in France was used (20 m opening with a 27.3 m foot rope on which is mounted a 3.2 m long, 8 mm galvanized chain; Conan et al., 1994). All stations were trawled during daylight time. A predetermined amount of warp was let out (3 times the distance of the

densités élevées d'échantillonnage présents dans la baie des Chaleurs et la zone 19 du Cap-Breton dans le relevé de 2005 (fig. 2). Un certain nombre de stations d'échantillonnage ont été ajoutées au relevé de 2006, donnant ainsi un total de 355 stations dans la région étudiée.

En utilisant une stratification par quadrilatère de 10 par 10 minutes latitude longitude, l'objectif était de solutionner deux problèmes: le premier étant les quadrilatères qui chevauchaient partiellement avec la zone d'étude échantillonnée et le deuxième étant la légère distorsion des quadrilatères en relation avec la latitude. Ceci amène à une différence maximale de la surface de 4% lorsque l'on compare les quadrilatères de la partie extrême sud et nord de la surface du relevé. Le nombre de stations par quadrilatère en 2006 a été déterminé selon la densité des stations échantillonnées, soit la même partout et qu'elle soit relativement uniforme. Les stations ont été séquentiellement assignées à chaque quadrilatère lors de reprises successives (simulations), premièrement en réorganisant au hasard tous les quadrilatères et ensuite en assignant statistiquement un nombre de stations dont la probabilité est proportionnelle à sa surface. Le nombre de stations par quadrilatère ayant été établi, nous avons alors déterminé si le nombre de stations par quadrilatère correspondant au plan d'échantillonnage de 2005 était inférieur, égal ou supérieur au niveau cible établi. Dans le cas où le nombre de stations était inférieur à 2005, de nouvelles stations au hasard étaient assignées à l'intérieur du quadrilatère. Dans le cas où le nombre de stations était égal, il n'y avait pas de changement. Dans le cas où le nombre de stations en 2005 était supérieur que le nombre cible établi, les stations ont été enlevées au hasard. De cette façon, environ 70% des stations du relevé de 2005 ont été inchangé de leur location initiale en réalisant ainsi l'objectif de l'homogénéité spatiale de l'échantillonnage du relevé de 2006 (fig. 2).

Un chalut à langoustines de type Bigouden a été utilisé pour le relevé. Ce chalut a été mis au point à l'origine pour la pêche de la langoustine (*Nephrops norvegicus*) en France (ouverture de 20 m avec ralingue inférieure de 27,3 m sur laquelle est installée une chaîne en acier galvanisée de 8 mm mesurant 3,2 m de long; Conan et al. 1994). Toutes les stations

depth) and winch drums were locked. The start time of a standard tow was determined when the trawl touched the bottom, as monitored by the depth Netmind sensor (signal received at every 7 seconds) and the Minilog temperature-depth probe (signal received at every second) attached to the trawl. The duration of each tow varied between 4 to 6 minutes at an average speed of approximately 2 knots, depending on the depth, current speed and sediment type. The horizontal opening of the trawl was measured every 4 seconds with the distance Netmind sensors. The swept distance of the trawl was estimated from the position (latitude/longitude) measured every second with a DGPS system. The swept surface for each tow was then calculated using an instantaneous surface algorithm (Surette, pers. comm.).

The following information was recorded for all captured individuals: CW, CH and carapace condition for males; CW, 5th abdominal width, and carapace condition for females. The external eggs color and the amount in percentage as well as the color of the gonads of immature females were noted. The size frequency distributions were weighted by the swept surface in km².

Over times, different boats were used to conduct the trawl survey. From 1988 to 1998, the "Emy-Serge", a 65 feet side-trawl (375 HP) wooden boat was used. From 1999 and 2002, the "Den C. Martin", a 65 feet stern-trawl (402 HP) steel boat, was used. Since 2003, the vessel used is the "Marco-Michel", a 65 feet stern-trawl (660 HP) fiberglass boat. No comparative study was done between the three survey vessels.

It was concluded at the 2001 Regional Advisory Process (RAP) meeting (Anonymous, 2001) that the 2000 biomass estimate derived from the 1999 trawl survey was not considered to be reliable due to the malfunction of the

de chalutage ont été effectuées durant le jour. La longueur des câbles d'aciers déroulée est déterminée en fonction de la profondeur (ratio de 3 pour 1). Le début du trait, après le blocage des treuils, a été déterminé lorsque le chalut touche au fond grâce à un suivi à partir du capteur de profondeur du système Netmind (signal reçu à chaque 7 secondes) et de la sonde température-profondeur du Minilog (signal reçu à chaque seconde) attachés au chalut. La durée des traits a varié entre 4 et 6 minutes, à une vitesse moyenne d'environ deux noeuds, selon la profondeur, la vitesse du courant et le type de sédiments. L'ouverture horizontale du chalut a été mesurée à toutes les 4 secondes au moyen du capteur de distance du système Netmind. La distance parcourue par le chalut a été mesurée à partir de la position (latitude/longitude) prise à toutes les secondes avec un DGPS. La surface balayée pour chaque trait de chalut était ensuite calculée en utilisant l'algorithme de la surface instantanée (Surette, comm. pers.).

L'information qui suit a été notée pour tous les crabes capturés: LC, HP et la condition de la carapace pour les mâles; LC, largeur du 5^{ème} segment de l'abdomen et la condition de la carapace pour les femelles. La couleur et la quantité (en pourcentage) des œufs externes et la couleur des gonades chez les femelles immatures ont été notées. Les histogrammes des fréquences de taille ont été pondérés en fonction de la surface balayée en km².

Au cours des ans, différents bateaux ont été utilisés pour effectuer le relevé au chalut. Entre 1988 et 1998, le "Emy-Serge", un chalutier par le côté en bois de 65 pieds avec un engin d'une puissance de 375 force de moteur, a été utilisé. Entre 1999 et 2002, le «Den C. Martin», un chalutier par l'arrière en acier de 65 pieds avec un engin d'une puissance de 402 force de moteur, a été utilisé. Depuis 2003, le "Marco-Michel" un chalutier par l'arrière en fibre de ver de 65 pieds avec un engin d'une puissance de 660 force de moteur est utilisé. Aucune étude comparative entre les trois bateaux utilisés pour le relevé n'a été effectuée.

Il a été conclu à la réunion du Processus d'Évaluation Régionale (PER) de 2001 (Anonymes, 2001) que la biomasse estimée pour 2000 à partir du relevé de 1999 demeurerait peu fiable suite à l'incapacité de pouvoir

Netmind sensors and the resulting difficulty in calculating the swept surface of the trawl. In addition, a major change of trawl vessel (side to stern trawler) occurred in that year. For the 2000 trawl survey, this problem was resolved by calibrating the distance sensors and adding a Netmind depth sensor and a Minilog depth-temperature probe to the trawl net to better monitor the touchdown.

Further recommendations from the 2005 Assessment Framework Workshop (Anonymous, 2006) dealt with the incorporation of secondary data during the kriging process to compensate for 'edge effects' that were observed during most years of the survey. These edge effects occur when samples along the edges of the surveyed area cause the interpolation of high crab densities over areas where it is highly unlikely (i.e. shallow depths). Since the distribution of snow crab along the edge of the sampled area may increase due to an expansion of the range during peak years, these edge effects could have affected the abundance estimates.

Based on these recommendations, the snow crab trawl survey data from 1988 to 2006 was re-analyzed using the kriging with external drift methodology, as well as ordinary kriging with and without pseudo zeros. Cross-validation analysis showed that kriging with external drift resulted in a 3% improvement in precision over ordinary kriging technique.

The comparison of the results of commercial male population estimates in Area 12 using kriging with external drift and ordinary kriging with and without pseudo zeros (Fig. 3) showed a difference of 1.6% in the estimates with the ordinary kriging, and a difference of 1.3% with ordinary kriging including pseudo zeros.

All variograms used during the recalculations were scaled and averaged over data of 3 consecutive years (Anonymous, 2006). For a

estimer correctement la surface de chalutage à partir des mesures enregistrées par le nouveau système Netmind. De plus, un changement du bateau utilisé pour le relevé (chalutage sur le côté à celui par l'arrière) a eu lieu cette année. Ce problème a été résolu lors du relevé de 2000 en calibrant les capteurs de distance et en ajoutant un capteur de profondeur au système Netmind et une sonde température-profondeur du Minilog attachés au chalut pour bien suivre le chalut sur le fond marin.

D'autres recommandations de l'Atelier de Travail d'Évaluation (Anonymes, 2006) portaient sur l'incorporation des données secondaires dans le processus du krigeage pour compenser pour les 'effets de débordements' qui ont été observés au cours de la plupart des années du relevé. Ces effets de débordement se produisent lorsque les échantillons autour de la bordure de la zone échantillonnée donnent une interpolation de grandes densités de crabes à des endroits où cela est pratiquement peu probable (i.e. faibles profondeurs). Étant donné que la distribution du crabe des neiges sur la bordure de la zone échantillonnée peut augmenter en raison d'une expansion de la distribution lors des années de grandes abondances, ces effets de débordements pourraient affecter les estimés d'abondance.

En se basant sur ces recommandations, les données des relevés au chalut du crabe des neiges de 1988 à 2006 ont été ré-analysées en utilisant la méthode du krigeage avec dérive externe, ainsi qu'avec le krigeage ordinaire avec ou sans pseudo-zéros. L'analyse de la validation croisée a démontré que le krigeage avec dérive externe résulte à une amélioration de 3% dans la précision par rapport au krigeage ordinaire.

La comparaison des résultats des estimés de la population des mâles de taille commerciale dans la zone 12 en utilisant le krigeage avec dérive externe et le krigeage ordinaire avec ou sans pseudo-zéros (fig. 3) montre une différence de 1,6% dans les estimés avec le krigeage ordinaire, et une différence de 1,3% avec le krigeage ordinaire incluant les pseudo-zéros.

Tous les variogrammes utilisés au cours des ré calculs ont été pondérés et moyennés en utilisant les données de 3 ans consécutives

given year, the same variogram was used for estimating biomass by kriging with external drift and ordinary kriging with and without pseudo zeros.

Kriging with external drift belongs to the group of the so-called 'hybrid' (McBratney et al., 2000), i.e. a non-stationary geostatistical method (Wackernagel, 1998). This method uses auxiliary information (i.g. depth data) to improve the spatial prediction. Spatial prediction is the process of estimating the target quantity $Z(x)$ at new, un-sampled locations. Hence, spatial prediction is in fact interpolation, i.e. mapping process.

In kriging with external drift, the observed variable $Z(x)$ possesses the following decomposition:

$$Z(x) = m(x) + W(x)$$

where, $W(x)$ is a second-order non-stationary process with mean 0 and $m(x) = E[Z(x)]$ is a drift function. The drift can be a function of the "x" coordinates (case of universal kriging or kriging with drift). Alternately, the drift function can be a linear function of one or many secondary variables, i.e.

$$m(x) = a_0 + a_1 Y_1(x) + a_2 Y_2(x) + \dots + a_p Y_p(x)$$

The kriging with external drift linear system can be described by:

$$\begin{bmatrix} \mathbf{K} & \mathbf{F} \\ \mathbf{F}' & \mathbf{0} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \boldsymbol{\lambda} \\ \boldsymbol{\mu} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{k}_s \\ \mathbf{f} \end{bmatrix}$$

where, $\mathbf{F}$ is a $n \times nc$: $nc = p + 1$ drift functions at data points x_i ; $\mathbf{f}$ is $nc \times 1$: nc drift functions at estimation point x_0 ;

$\boldsymbol{\mu}$ is the $nc \times 1$ vector of Lagrange multipliers.

In this paper, the depth variable "d" is used as the sole secondary variable, thus:

(Anonymes, 2006). Pour une année donnée, le même variogramme a été utilisé pour estimer la biomasse à partir du krigeage avec dérive externe et le krigeage ordinaire avec ou sans pseudo-zeros.

Le krigeage avec dérive externe appartient à un groupe appelé 'hybride' (McBratney et al. 2000), i.e. une méthode géostatistique non-stationnaire (Wackernagel, 1998). Cette méthode utilise des informations supplémentaires (i.e. les données de profondeur) pour améliorer la prédiction spatiale. La prédiction spatiale est un procédé d'estimation de la quantité cible de $Z(x)$ à des nouveaux endroits non-échantillonnés. Donc, la prédiction spatiale est en fait une interpolation, i.e. un procédé de cartographie.

Dans le krigeage avec dérive externe, la variable observée $Z(x)$ possède la décomposition suivante :

$$Z(x) = m(x) + W(x)$$

où, $W(x)$ est un processus non-stationnaire de deuxième ordre avec une moyenne 0 et $m(x) = E[Z(x)]$ est une fonction dérivée. La dérive peut être une fonction des coordonnées "x" (dans le cas du krigeage universel ou avec dérive externe). Alternativement, la fonction dérivée peut être une fonction linéaire d'une ou plusieurs variables secondaires, i.e.

$$m(x) = a_0 + a_1 Y_1(x) + a_2 Y_2(x) + \dots + a_p Y_p(x)$$

Le krigeage avec dérive externe d'un système linéaire peut être décrit par :

$$\begin{bmatrix} \mathbf{K} & \mathbf{F} \\ \mathbf{F}' & \mathbf{0} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \boldsymbol{\lambda} \\ \boldsymbol{\mu} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{k}_s \\ \mathbf{f} \end{bmatrix}$$

où, $\mathbf{F}$ est un $n \times nc$: $nc = p + 1$ fonctions dérivées aux données x_i ; $\mathbf{f}$ est $nc \times 1$: nc fonctions dérivées au point d'estimation x_0 ;

$\boldsymbol{\mu}$ est le vecteur de multiplication de Lagrange $nc \times 1$.

Dans ce document, la variable profondeur "d" est utilisée comme seule variable secondaire et ainsi :

$$F = \begin{bmatrix} 1 & d_1 \\ 1 & d_2 \\ \bullet & \bullet \\ 1 & d_n \end{bmatrix}, f = \begin{bmatrix} 1 \\ d_0 \end{bmatrix}$$

The a_i coefficient in equation 1 need not be known prior to using kriging with external drift. The last equation of the kriging system, i.e. $F'\lambda = f$, ensure the estimate will be unbiased whatever the values of a_i . These coefficients are implicitly estimated when solving the kriging system for each different neighborhood, allowing for flexibility in the exact shape of the drift function.

The K matrix contains the $n \times n$ covariances between data points. These covariances of $W(x)$ are calculated from the stationary residuals. In some cases, this covariance can be approximated by the $Z(x)$ covariances (or variogram). In other cases, when one of the slope coefficients a_i is strong over the whole area, it will be necessary to find other ways to estimate the covariance model. Among the many methods available, cross-validation can be very efficient. In the snow crab case, because the correlation between depth and density is often weak, the coefficient value a_1 is small and the variogram computed with $Z(x)$ can be used as a safe approximation for the variogram of $W(x)$.

The kriging with external drift assumes a linear relationship between $E[Z(x)]$ and depth. This hypothesis is more likely to be fulfilled with local neighborhoods than with a global one, the same way any complex curve can be approximated quite well by a series of short straight segments. Alternatively, nonlinear transformation of the depth variable can be used. In the case where no relationship exists between $E[Z(x)]$ and depth, the kriging with external drift system will converge towards the ordinary kriging solution.

The abundance index of commercial snow crab estimated by kriging with external drift was

$$F = \begin{bmatrix} 1 & d_1 \\ 1 & d_2 \\ \bullet & \bullet \\ 1 & d_n \end{bmatrix}, f = \begin{bmatrix} 1 \\ d_0 \end{bmatrix}$$

Le coefficient a_i dans l'équation 1 a besoin d'être connu avant l'utilisation du krigeage avec dérive externe. La dernière équation dans le processus du krigeage, i.e., $F'\lambda = f$, assure que l'estimé ne sera pas biaisé quelles que soient les valeurs de a_i . Ces coefficients sont estimés implicitement lors du processus du calcul du krigeage pour chaque voisinage, allouant ainsi une flexibilité dans la forme exacte de la fonction dérivée.

La matrice K contient des co-variances $n \times n$ entre les points échantillonnés. Ces co-variances de $W(x)$ sont calculées à partir des résiduels stationnaires. Dans certain cas, cette co-variance peut-être estimée approximativement par les co-variances de $Z(x)$ (ou variogramme). Dans d'autres cas, lorsque l'une des pentes des coefficients a_i est fortement élevée sur toute la zone échantillonnée, il est nécessaire de trouver d'autres façons d'estimer le modèle de co-variance. Selon les méthodes disponibles, la validation croisée peut être très efficace. Dans le cas du crabe des neiges, en raison d'une relation entre la profondeur et la densité qui est souvent faible, la valeur du coefficient a_1 est petite et le variogramme analysé avec $Z(x)$ peut être utilisé comme une bonne approximation pour le variogramme de $W(x)$.

Le krigeage avec dérive externe assume une relation linéaire entre $E[Z(x)]$ et la profondeur. Cette hypothèse est plus probable d'être respectée avec des voisinages locaux que globale, de la même façon que n'importe quelle courbe complexe peut être estimée approximativement par une série de courts segments droits. Alternativement, la transformation non linéaire de la variable profondeur peut-être utilisée. Dans le cas où aucune relation existe entre $E[Z(x)]$ et la profondeur, le krigeage avec dérive externe va converger vers la solution du krigeage ordinaire.

L'indice d'abondance du crabe des neiges adulte de taille commerciale estimé par

converted into a biomass index according to size-weight relationship for adult hard-shell males: $W = (2.665 \times 10^{-4}) CW^{3.098}$ (Hébert et al., 1992). Biomass index was estimated for (1) total biomass (B) at the time of the survey without considering the possible loss between the survey and the following fishing season (period of 8-10 months), (2) annual recruitment to the fishery (R-1), and (3) biomass of category-5 crabs (OB). The abundance indices of adult males ≥ 95 mm CW and future recruitment to the fishery (R-4, R-3 and R-2) at the time of the survey were also estimated. The terms R-4, R-3 and R-2 represent the adolescent males with a CW range at 56-68 mm, 69-83 mm and larger than 83 mm, respectively. A portion of these crabs could be available to the fishery in 4, 3 and 2 years, respectively. In addition, the abundance indices of pubescent, primiparous and multiparous females were estimated. All biomass and population estimates were calculated retroactively using the same methodology (e.g. kriging with external drift, surface and variogram).

2.4. Estimation of the mean annual instantaneous natural mortality in the commercial biomass:

The biomass index estimated from the post-season trawl surveys in Areas 12 and 19 is projected as the predicted biomass index for the following year, since no mortality or catchability factors are considered in this projection. However, a recent review of the snow crab assessment methodology (Anonymous, 2002) showed that there is a systematic loss between the biomass index and the sum of the observed remaining biomass index and the catch the following year. This is expected since the index is calculated with the assumptions of 0% mortality (including natural mortality and emigration or immigration) between the survey and the following fishing season, and 100% catchability of commercial sized males by the *Nephrops* trawl net. The calculation of the natural mortality of commercial-sized adult males is shown in Wade et al. (2003).

krigeage avec dérive externe a été converti en indice de biomasse, suivant la relation taille-poids pour les mâles adultes à carapace dure: $P = (2.665 \times 10^{-4}) LC^{3.098}$ (Hébert et al. 1992). L'indice de la biomasse a été estimé pour (1) biomasse totale (B) au moment du relevé en ne considérant pas la perte possible entre le moment du relevé et la pêche suivante (période de 8-10 mois), (2) recrutement annuel à la pêcherie (R-1), et (3) biomasse des crabes de catégorie 5 (OB). Les indices d'abondance des mâles adultes ≥ 95 mm LC et du futur recrutement à la pêcherie (R-4, R-3 et R-2) au moment du relevé ont aussi été estimés. Les termes R-4, R-3 et R-2 désignent les crabes mâles adolescents dont la LC est de l'ordre de 56-68 mm, 69-83 mm et supérieure à 83 mm, respectivement. Une partie de ces crabes pourrait être disponible à la pêcherie dans 4, 3 et 2 ans, respectivement. De plus, les indices d'abondance des femelles pubères, primipares et multipares ont été estimés. Toutes les biomasses et les estimés de population ont été calculés en utilisant la même méthodologie (i.e. krigeage avec dérive externe, surface et variogramme).

2.4. Estimation moyenne annuelle de la mortalité naturelle instantanée de la biomasse commerciale:

L'indice de la biomasse commerciale estimé à partir des relevés au chalut post-saisonnier dans les zones 12 et 19 est projeté comme l'indice de la biomasse prédite pour l'année suivante puisque les facteurs de mortalité et de capturabilité ne sont pas considérés dans cette projection. Cependant, une revue récente de l'évaluation de stock de crabe des neiges (Anonymes, 2002) a indiqué qu'il y avait une perte systématique entre l'indice de la biomasse et la somme de l'indice de la biomasse résiduelle observé et les débarquements de l'année suivante. Ceci est à prévoir puisque notre indice est calculé avec les hypothèses de base d'une mortalité nulle (incluant la mortalité naturelle, l'émigration ou l'immigration) entre le relevé au chalut et la saison de pêche suivante, et une capturabilité de 100% pour les crabes adultes de taille commerciale par le chalut *Nephrops*. Le calcul de la mortalité naturelle des mâles adultes de taille commerciale est présenté dans Wade et al. (2003).

2.5. Sex ratio:

Studies have shown that various female categories and adult males may play different roles in the total egg production during a given cycle. Normally, the larger adult males with a hard shell carapace have the best opportunities to mate with receptive females (Moriyasu et al., 1988; Elner and Beninger, 1995; Sainte-Marie et al., 1995; 1999). However, small adult males may have the opportunity to mate with pubescent females when the abundance of large adult males is low (Sainte-Marie et al., 1999). In addition, according to Lovrich et al., (1995), large adult males tend not to move to shallower water to mate with pubescent females, and the mating occurs mainly between pubescent females and smaller adult males. Therefore, to assess the reproductive potential of the stock, a sex ratio was calculated by comparing the abundance of pubescent and mature females (for nulliparous and multiparous mating, respectively) versus the abundance of commercial-sized adult males. Also, a second sex ratio was estimated by comparing the abundance of the pubescent females with the abundance of adult males < 95 mm CW and to the total of adult males, respectively. The sex ratio between mature females and adult males ≥ 95 mm CW was calculated using half of the abundance of mature females over the total abundance of adult males ≥ 95 mm CW based on the assumption of a 2-year embryonic development cycle (Moriyasu and Lanteigne, 1998). Since the multiparous mating season occurs in late May-early June, landings of adult males ≥ 95 mm CW from the beginning of the fishery to the end of May were subtracted from the abundance of adult males ≥ 95 mm CW estimated from the previous fall survey.

Crab movement between the northwestern and the southeastern area of the Gulf of St. Lawrence is one of the causes of differential stock fluctuation pattern between the southwestern (Areas 12 and E) and the southeastern (Cape Breton Corridor, Areas 19 and F) Gulf of St. Lawrence. These fluctuations between the two units are the result of a long process throughout the snow

2.5. Ratio sexuel:

Des études ont montré que plusieurs catégories de femelles et de mâles adultes jouent des rôles différents dans la production totale d'œufs durant un cycle donné. Normalement, les plus gros mâles adultes avec une carapace dure ont les meilleurs opportunités à s'accoupler avec les femelles réceptives (Moriyasu et al. 1988; Elner et Beninger, 1995; Sainte-Marie et al. 1995; 1999). Cependant, les petits mâles adultes peuvent avoir l'opportunité de s'accoupler avec les femelles pubères lorsque l'abondance des gros mâles adultes est basse (Sainte-Marie et al. 1999). De plus, selon Lovrich et al. (1995), les gros mâles adultes semblent ne pas se déplacer en eaux peu profonde afin de s'accoupler avec les femelles pubères et l'accouplement se produit principalement entre les femelles pubères et les petits mâles adultes. Ainsi, afin d'évaluer le potentiel reproducteur du stock, un ratio sexuel a été estimé en comparant l'abondance des femelles pubères et les femelles matures (pour l'accouplement des femelles nullipares et multipares, respectivement) versus l'abondance des crabes mâles adultes de taille commerciale. De plus, un ratio sexuel a été estimé entre l'abondance des femelles pubères et les mâles adultes < 95 mm LC et le total des mâles adultes, respectivement. Le ratio sexuel entre les femelles matures et les mâles adultes ≥ 95 mm LC a été calculé en utilisant la moitié de l'abondance des femelles matures sur l'abondance totale des mâles adultes ≥ 95 mm LC en se basant sur l'hypothèse d'un développement embryonnaire de 2 ans (Moriyasu et Lanteigne, 1998). Puisque la saison de reproduction des femelles multipares a lieu en fin mai-début juin, les débarquements des mâles adultes ≥ 95 mm LC du début de la pêche jusqu'à la fin mai ont été soustraits à l'abondance des mâles adultes ≥ 95 mm estimée à partir du relevé de l'automne précédent.

Le déplacement des crabes entre la partie nord-ouest et sud-est du golfe du Saint-Laurent est une des causes dans la différence de la fluctuation du stock entre le sud-ouest (zones 12 et E) et le sud-est (corridor du Cap-Breton, zones 19 et F) du golfe. Ces fluctuations entre les deux unités suivent un long processus tout au long du cycle vital du crabe des neiges (Moriyasu et al. 2001). Cependant, le

crab life cycle (Moriyasu et al., 2001). However, seasonal movement within these two units seems to be more dynamic, affecting the abundance and distribution of crabs in a given management zone. To address this seasonal migration within these two units, global sex ratio was estimated for the southwestern and southeastern Gulf of St. Lawrence separately (Fig. 4).

2.6. Fecundity:

To estimate the fecundity of primiparous and multiparous females, 599 individuals were randomly selected from the annual trawl surveys (from April to November). The following informations were taken for each mature female: CW and abdomen width (AW) to the nearest 10^{-2} mm with a digital caliper, carapace condition, missing limbs and color of eggs and ovaries. Each clutch of eggs was preserved in 4% buffered formalin in seawater. Clutches of eggs were dried for 48 h at 80 °C, cleaned, separated from debris of pleopods and setae, and weighted to the nearest 10^{-5} g. For each brood, a sub-sample of 500 eggs was weighted to the nearest 10^{-5} g. Fecundity of each brood was determined as the ratio of the total dry weight of the brood to the dry weight of the 500-egg sub-sample. Females with partial egg clutch and senile females (partial clutch and/or disintegrating ovaries) were excluded from the analysis. The power curve of the linear form $\log_{10} F_i = a + b \log_{10} CW$, was used to estimate the relationship between CW and the number of eggs per female at a given year i (F_i). Slopes and, where appropriate, elevations of regressions were then compared by analysis of variance (ANOVA) and analysis of covariance (ANCOVA), respectively (Sokal and Rohlf, 1995).

3.0. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. Area 12:

3.1.1. Fishery monitoring:

The 2006 fishing season opened on April 15 and closed on July 16 with reported landings of 25,889 t (quota of 25,869 t). The fishery indicators were generally good during the 2006 fishing season. The partially standardized

mouvement saisonnier des crabes est plus dynamique à l'intérieur de ces deux unités affectant ainsi l'abondance et la distribution des crabes à une zone de gestion donnée. Pour tenir compte de la migration du crabe à l'intérieur de ces deux unités, le ratio sexuel global a été estimé pour le sud-ouest et le sud-est du golfe du Saint-Laurent séparément (fig. 4).

2.6. Fécondité:

Pour estimer la fécondité des femelles primipares et multipares, 599 individus ont été choisis au hasard à partir d'un relevé de au chalut (d'avril à novembre). Les informations suivantes ont été effectuées pour chaque femelle mature: LC et la largeur de l'abdomen (LA) avec une précision de 10^{-2} mm en utilisant un vernier digital, la condition de la carapace, les pattes manquantes et la couleur des oeufs et des gonades. Chaque portée d'oeufs a été préservée dans 4% de formol dilué dans de l'eau de mer. Les portées d'oeufs ont été séchées pour 48 h à 80 °C, nettoyées des débris des pléopodes et pesées ensuite à une précision de 10^{-5} g. Pour chaque portée, un sous-échantillon de 500 oeufs a été pesé à une précision de 10^{-5} g. La fécondité de chaque portée a été déterminée à partir du ratio entre le poids sec total de la portée et le poids sec du sous-échantillon de 500 oeufs. Les femelles avec une portée partielle et les femelles séniles (portée partielle et/ou dégénérescence des gonades) ont été exclues des analyses. Une courbe linéaire logarithmique à base 10: $F_i = a + b \log_{10} LC$, a été utilisée pour estimer la relation entre la LC et le nombre d'oeufs par femelle à une année donnée i (F_i). Les pentes et, dans le cas approprié, les élévations ont été comparées par analyse de variance (ANOVA) et par analyse de covariance (ANCOVA), respectivement (Sokal et Rohlf, 1995).

3.0. RÉSULTATS ET DISCUSSION

3.1. Zone 12:

3.1.1. Suivi de la pêche:

La saison de pêche de 2006 a débuté le 15 avril et a été fermée le 16 juillet avec des débarquements rapportés de 25 889 t (contingent de 25 869 t). Les indicateurs de la pêche ont été généralement bons au cours de

mean CPUE remained high in 2006 at 64.4 kg/th as in 2005 (Table 1). The mean size of commercial adult males remained at the same level (112.0 mm CW) as in 2005 (111.8 mm CW) (Fig. 5). The incidence of soft-shelled crabs (Table 2) remained low in 2006 (3.1%) as in 2005 (3.9%).

In accordance to the soft-shelled crab protocol, a few grid areas were closed during the 2006 fishing season in Chaleur Bay, Shédiac Valley and in the northern and southern parts of the Magdalen Channel (Fig. 6). The estimate of fishing-induced mortality of soft-shelled males decreased from 391,559 crabs in 2005 to 243,353 crabs in 2006 (Fig. 7). The fishing effort also decreased from 508,053 to 402,702 trap hauls from 2005 to 2006 (Table 1).

The 2006 season fishing effort was concentrated mostly in Shédiac Valley, Bradelle Bank, and the southern part of Magdalen Islands adjacent to Area 19 and to a lesser extent in Chaleur Bay and Magdalen Channel (Fig. 8). The majority of landings were from Bradelle Bank, Shédiac Valley, Chaleur Bay, the Magdalen Channel and the southern part of Magdalen Channel (Fig. 9). High CPUEs were observed in Bradelle Bank, Shédiac Valley, in the Cape Breton Corridor and the Magdalen Channel, and to a lesser extent in the Chaleur Bay (Fig. 10).

The percentage of commercial-sized adult males with carapace conditions 1 and 2 in Area 12 commercial catches had decreased from 2000 (11.5%) to 2004 (3.4%), but slightly increased in 2005 (4.4%) and 2006 (4.3%). The percentage of crabs with carapace condition 3 has increased from 64.4% in 2000 to 88.9% in 2006. The percentage of commercial-sized adult males with carapace condition 5 remained low in 2006.

la saison de pêche de 2006. La PUE moyenne partiellement pondérée a demeuré élevée en 2006 à 64,4 kg/cl comme en 2005 (tableau 1). La taille moyenne des mâles adultes de taille commerciale a demeuré au même niveau à 112,0 mm LC comme en 2005 (111,8 mm LC) (fig. 5). Le pourcentage des crabes à carapace molle (tableau 2) a demeuré bas en 2006 (3,1%) comme en 2005 (3,9%).

Selon le protocole de crabe mâle à carapace molle, quelques quadrilatères ont été fermés au cours de la saison de pêche de 2006 dans la baie des Chaleurs, la vallée de Shédiac et les parties nord et sud du canal des Îles-de-la-Madeleine (fig. 6). L'estimé de la mortalité par pêche des mâles à carapace molle a diminué passant de 391 559 crabes en 2005 à 243 353 crabes en 2006 (fig. 7). L'effort de pêche a aussi diminué passant de 508 053 à 402 702 casiers levés de 2005 à 2006 (tableau 1).

L'effort de pêche durant la saison de pêche de 2006 a été concentré principalement dans la vallée de Shédiac, le banc Bradelle et au sud des Îles-de-la-Madeleine près de la zone 19 et à un degré moindre dans la baie des Chaleurs et le canal des Îles-de-la-Madeleine (fig. 8). La grande partie des débarquements provenait du banc Bradelle, la vallée de Shédiac, la baie des Chaleurs, et le canal des Îles-de-la-Madeleine et au sud des Îles-de-la-Madeleine (fig. 9). Les PUE élevées ont été observées dans le banc Bradelle, la vallée de Shédiac, le corridor du Cap-Breton et le canal des Îles-de-la-Madeleine et à un degré moindre dans la baie des Chaleurs (fig. 10).

Le pourcentage des mâles adultes de taille commerciale avec conditions de carapace 1 et 2 dans les prises commerciales de la zone 12 a diminué de 2000 (11,5%) à 2004 (3,4%) mais a légèrement augmenté en 2005 (4,4%) et 2006 (4,3%). Le pourcentage des crabes avec condition de carapace 3 a augmenté passant de 64,4% en 2000 à 88,9% en 2006. Le pourcentage des mâles adultes de taille commerciale avec condition de carapace 5 a demeuré bas en 2006.

The overall composition (%) of carapace conditions for commercial-sized adult males in Area 12 from sea samples collected since 2000.

La composition globale (%), selon la condition de la carapace des mâles adultes de taille commerciale dans la zone 12, d'après les échantillons recueillis depuis 2000.

Carapace conditions	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
1	5.4	2.5	3.0	2.3	1.9	2.0	1.7
2	6.1	3.5	1.7	1.4	1.5	2.4	2.5
3	64.4	82.7	86.4	87.6	86.7	89.6	88.9
4	19.3	9.5	8.2	8.1	9.2	5.5	6.4
5	4.8	1.8	0.7	0.6	0.7	0.5	0.5
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

3.1.2. Biomass and recruitment indices:

The Area 12 2006 trawl survey estimate of commercial biomass index, based on kriging with external drift, was 61,886 t (56,880 t – 67,210 t), which is comparable to the 2005 estimate of 62,939 t (58,840 t – 67,246 t) (Table 3). The recruitment to the fishery at the time of the survey estimated at 44,087 t (39,970 t – 48,508 t) represents 71% of the commercial biomass index (Table 3). This recruitment to the fishery is comparable to the 2005 estimates of 44,291 t (41,580 t – 47,130 t). Comparing survey estimates from one year to the next, along with reported landings of commercial adult-sized only, the loss of commercial-sized adult males (Wade et al., 2003) was estimated to be 27.5% for the period 2005-2006 and 24.0% for 2002-2006 (Fig. 11). This loss of commercial-sized males could be attributable in large part to natural mortality, non-reported landings, and emigration.

3.1.2. Indices de la biomasse et recrutement:

Le relevé au chalut de 2006 révèle un indice de la biomasse commerciale (tableau 3), estimé à partir du krigeage avec dérive externe, de 61 886 t (56 880 t – 67 210 t), ce qui est comparable à l'estimé du relevé de 2005 de 62 939 t (58 840 t – 67 246 t). Le recrutement à la pêcherie au moment du relevé a été estimé à 44 087 t (39 970 t – 48 508 t), ce qui représente 71% de l'indice de la biomasse commerciale (tableau 3). Ce recrutement à la pêcherie est demeuré au même niveau que l'estimer de 2005 qui était de 44 291 t (41 580 t – 47 130 t). D'après la comparaison des estimations d'une année à l'autre et compte tenu des débarquements déclarés des crabes adultes de taille commerciale seulement, la perte des mâles adultes de taille commerciale (Wade et al. 2003) a été estimée à 27,5% pour la période 2005-2006 et 24,0% pour 2002-2006 (fig. 11). Cette perte des mâles de taille commerciale pourrait être attribuée en grande partie à la mortalité naturelle, aux débarquements non déclarés et à l'émigration.

3.1.3. Relative abundance of prerecruits R-4, R-3 and R-2:

A decline in the recruitment to the Area 12 fishery is expected until 2011, due to the decline in abundances of adolescent males of sizes between 56 and 68 mm (R-4), 69 and 82 mm (R-3) and larger than 83 mm (R-2) observed in the trawl survey since 2001 (Table 4). The surface occupied by the prerecruits $\geq$ 56 mm CW in 2006 decreased from 2005 and they were mostly observed in small concentrations in Bradelle Bank, the Cape Breton Corridor and in Chaleur Bay (Fig. 12). In addition, the abundance of males smaller

3.1.3. Abondance relative des prérecrues R-4, R-3 et R-2:

Une diminution du recrutement à la pêcherie de la zone 12 est à prévoir jusqu'en 2011 en raison de la diminution des abondances des adolescents de tailles entre 56 et 68 mm (R-4), 69 et 82 mm (R-3) et plus grand que 83 mm (R-2) observée depuis le relevé de 2001 (tableau 4). La surface occupée par les prérecrues $\geq$ 56 mm LC en 2006 a diminué comparativement à 2005 et ont été surtout observés en petites densités dans le banc Bradelle, le corridor du Cap-Breton et la baie des Chaleurs (fig. 12). De plus, l'abondance

than 56 mm CW (R-5 and younger) have been low since the 2002 trawl survey (Fig. 13).

3.1.4. Stock reproductive potential:

Based on population estimates from the trawl surveys conducted since 1999 (the earliest year of the survey that can currently be used), the abundance fluctuation of hard-shelled adult males and mature females is not synchronized (Figs. 14 and 15). For example, when the abundances of mature females were high, the abundances of either hard-shelled adult males ≥ 95 mm CW or hard-shelled adult males < 95 mm CW were low, and vice-versa. The annual abundance of hard-shelled adult males < 95 mm CW was, in most cases, higher than the abundance of hard-shelled adult males ≥ 95 mm CW, especially when high abundances of mature females were observed. The survey abundance of mature females has been decreasing since 1999 while the mean size of these females has been decreasing since 1988 (Figs. 15 and 16). This decrease in mature females is expected to continue given the low abundances of immature and pubescent females in the population in recent years (Figs. 15 and 17).

The relatively high abundance of mature females observed during 1999-2002 should have given a peak of new generation of crabs of instars V to VII that should have appeared in our trawl surveys since 2004 (Fig. 13). This new generation of crabs hatching from the mature females of the 1999-2002 period should constitute the next pulse of recruitment to the fishery in years 2011 to 2015. A relatively low abundance of instars V to VII, compared to past surveys, was also observed in the northern Gulf of Saint-Lawrence, conducted in the estuaries and in Baie Sainte-Marguerite (pers. comm., Dr. Bernard Sainte-Marie, Fisheries and Oceans, IML, Mont-Joli, Québec).

Area 12 global sex-ratio (Fig. 18) between mature females (F) and hard-shelled adult males (M) ≥ 95 mm CW (multiparous mating) was biased toward females at 36F to 6F:1M during the 1989-1992 period, but was around

des mâles plus petits que 56 mm LC (R-5 et plus jeunes) est faible depuis 2002 dans les relevés au chalut (fig. 13).

3.1.4. Potentiel reproducteur du stock:

En se basant sur les relevés au chalut effectués depuis 1999 (la dernière année du relevé qui peut être présentement utilisée), les abondances annuelles des mâles adultes à carapace dure et des femelles matures ne sont pas synchronisées (figs. 14 et 15). Par exemple, lorsque les abondances des femelles matures sont élevées, les abondances des mâles adultes ≥ 95 mm LC à carapace dure ou des mâles adultes < 95 mm LC à carapace dure sont faibles et vice-versa. Il est intéressant d'observer que dans la plupart des cas, l'abondance annuelle des mâles adultes < 95 mm LC à carapace dure était plus élevée que celle des mâles adultes ≥ 95 mm LC à carapace dure, et ceci spécialement lorsque l'abondance élevée des femelles matures était observée. Une diminution de l'abondance des femelles matures dans les relevés au chalut a été observée depuis 1999 alors que la taille moyenne de ces femelles diminue depuis 1988 (figs. 15 et 16). Cette diminution des femelles matures est prévue de continuer étant donnée les faibles abondances de femelles immatures et pubères dans la population au cours des dernières années (figs. 15 et 17).

L'abondance relativement élevée des femelles matures observée durant 1999-2002 aurait dû donner une nouvelle génération de crabes aux stades V à VII qui aurait dû apparaître dans nos relevés au chalut à partir de 2004 (fig. 13). Cette nouvelle génération de crabes provenant des femelles matures de la période de 1999-2002 va constituer la prochaine vague de recrutement à la pêche dans les années 2011 à 2015. Une abondance relativement faible des stades V à VII, comparativement aux relevés passés, a aussi été observé dans le nord du golfe du Saint-Laurent effectués dans l'estuaire et dans la Baie Sainte-Marguerite (comm. pers. Dr. Bernard Sainte-Marie, Pêches et Océans, IML, Mont-Joli, Québec).

Le ratio sexuel global (fig. 18) entre les femelles matures (F) et les mâles (M) adultes ≥ 95 mm LC (reproduction des multipares) a été biaisé envers les femelles à 36F à 6F:1 M durant la période de 1989-1992 mais au

7F to 4F:1M during the 1999-2002 period. The global sex ratio for the pubescent mating was at a comparable level of about 1F:2M between the two periods (Fig. 18). Considering temporal and geographic segregation of both males and females, it is not reasonable to think that the global sex ratio represents the functional probability of male-female encounter for the mating sequence. In this sense, accelerated depletion of large hard-shelled adult males before the mating season in Chaleur Bay and Shédiac Valley, could impact the success of multiparous mating that occurs in late May-early June.

Area 12 fecundity has been positively correlated with CW (Fig. 19). The comparison of regressions between primiparous and multiparous females showed that the slopes were not significantly different ($F = 1.85$, $P > 0.05$) but elevations were significantly different ($F = 283.24$, $P < 0.05$). The fecundity of multiparous females was much higher than that of primiparous females. Using these relationships with the abundances and mean sizes of primiparous and multiparous (mature females), the estimated total egg production of the stock was calculated (Fig. 20) and has been declining since 2001, reaching the lowest observed in 2006. This information is coherent with the abundance of snow crab larvae estimated from a mackerel egg survey conducted by the Maurice-Lamontagne Institute in the southern Gulf of St. Lawrence (pers. comm., Dr. Bernard Sainte-Marie). An understanding of relationships between female abundances or total egg production and future recruitment to the population is needed to infer the viability of fishing strategies. Computer generated simulations of current and post-larval distribution (pers. comm., Dr. Joel Chassé, Fisheries and Oceans, BIO, Halifax, Nova-Scotia) have shown that larvae hatched in the southern Gulf of St. Lawrence (Bradelle Bank) may settle near Cape Breton, several hundred kilometers to the south, under certain oceanographic conditions. Similarly, simulations have also indicated the possibility that larvae hatched in the northern part of the Gulf (Area 16) and in the estuaries (Area 17) may settle via the Gaspé current in the southern Gulf where Area 12 fisheries take place. If the recruitment mechanism is greatly affected by populations located several

environ de 7F à 4F:1M durant la période de 1999-2002. Le ratio sexuel pour la reproduction des femelles pubères s'est maintenu à 1F:2M entre les deux périodes (fig. 18). Considérant une ségrégation temporelle et spatiale des mâles et des femelles, il n'est pas raisonnable de penser que le ratio sexuel global représente la probabilité fonctionnelle d'une rencontre mâle et femelle pour la reproduction. Dans ce sens, l'épuisement local des mâles adultes à carapace dure de grande taille avant la saison de reproduction, spécialement dans la Baie des Chaleurs et la vallée de Shédiac, pourrait influencer sur le succès de l'accouplement des femelles multipares qui a lieu à la fin mai-début juin mai.

Une relation positive a été observée entre la fécondité et la LC dans la zone 12 (fig. 19). La comparaison des régressions entre les femelles primipares et multipares a indiqué que les pentes n'étaient pas significativement différentes ($F = 1.85$, $P > 0.05$) mais les élévations étaient significativement différentes ($F = 283.24$, $P < 0.05$). La fécondité des femelles multipares était plus élevée que celle des femelles primipares. En utilisant ces relations aux abundances et les tailles moyennes des femelles primipares et multipares (femelles matures), la production totale d'œufs estimée de la population (fig. 20) montre une diminution depuis 2001 et a atteint son plus bas niveau en 2006. Cette information est cohérente avec les abundances de larves de crabe des neiges mesurées à partir d'un relevé de collecte d'œufs de maquereaux effectué par l'institut Maurice-Lamontagne dans le sud du golfe du Saint-Laurent (comm. pers. Dr. Bernard Sainte-Marie). Une compréhension entre les abundances des femelles ou la production totale d'œufs avec le futur recrutement à la population est nécessaire pour conclure des stratégies de pêche viable. Des simulations des courants et de la dispersion des stades post-larvaire (comm. pers. Dr. Joel Chassé, Pêches et Océans, BIO, Halifax, Nouvelle-Écosse) générées par ordinateur ont montré qu'il y a une possibilité que les larves relâchées dans le sud du golfe du Saint-Laurent (banc Bradelle) pourraient se déposer près des eaux du Cap-Breton, plusieurs centaines de kilomètres vers le sud, sous certaines conditions océanographiques. Similairement, les simulations ont aussi indiqué une possibilité que des larves relâchées dans le nord du golfe

hundred kilometers away, then management of the stock would need to be done on a larger scale, such as a pan-Atlantic level. Nevertheless, the decrease in population in egg production in recent years due to the decrease in abundance and mean size of mature females may contribute to a lean recruitment to the population in the future.

During the second breeding season, it is generally accepted that males compete with each other to mate with multiparous females (Conan and Comeau, 1986; Moriyasu and Conan, 1988; Elner and Beninger, 1995). Normally, the larger adult males have the best opportunities to mate with multiparous females. Some authors (Conan and Comeau, 1986; Moriyasu and Conan, 1988; Moriyasu and Comeau, 1996) observed that males do not compete for pubescent females and that each male, mainly adult hard-shelled males and in some cases adolescent males with a hard-shelled carapace, has an equal chance to mate with these females during the first mating season, while Sainte-Marie et al. (1999) observed that males grasping the pubescent females were adult, larger, had a hard-shelled carapace and few missing limbs. However, small adult and large adolescent males with a hard-shelled carapace and few missing limbs have a greater opportunity to mate with pubescent females when the abundance of large adult males is low or when the abundance of pubescent females is high (Sainte-Marie et al., 1995, 1999).

The reduction of large males in the population due to the fishing pressure may cause a skewed sex ratio towards females, especially for the multiparous mating during the phase of high abundance of spawning stock, and is likely to have an impact on the success of the reproductive output. Moreover, the low abundance of large adult males available to

(zone 16) et dans l'estuaire (zone 17) pourraient se déposer dans le sud du golfe où la pêche dans la zone 12 a lieu via le courant de Gaspé. Si le mécanisme de recrutement est sévèrement affecté par des populations localisées à plusieurs centaines de kilomètres, alors la gestion de ce stock doit être établie sur une plus grande échelle, soit à un niveau pan atlantique. Quoi qu'il en soit, la diminution de la production d'oeufs de la population dans les dernières années en raison de la diminution de l'abondance et la taille moyenne des femelles matures pourraient contribuer à un pauvre recrutement à la population dans les années futures.

Lors de la deuxième période de reproduction, il est généralement accepté que les mâles compétitionnent entre eux pour s'accoupler avec les femelles multipares (Conan et Comeau, 1986; Moriyasu et Conan, 1988; Elner et Beninger, 1995). Normalement, les mâles de grande taille ont les meilleures opportunités de s'accoupler avec les femelles multipares. Certains auteurs (Conan et Comeau, 1986; Moriyasu et Conan, 1988; Moriyasu et Comeau, 1996) ont observé que les mâles ne compétitionnent pas entre eux pour s'accoupler avec les femelles pubères et chaque mâle, principalement les mâles adultes à carapace dure et dans certains cas les mâles adolescents avec une carapace dure, a une chance égale pour s'accoupler avec ces femelles lors de la première saison de reproduction. Sainte-Marie et al. (1999) ont pour leur part observé que les mâles agrippant les femelles pubères étaient des adultes de grande taille à carapace dure avec peu de pattes manquantes. Cependant, les petits mâles adultes et les adolescents de grande taille avec une carapace dure et peu de pattes manquantes ont une opportunité plus grande de s'accoupler avec les femelles pubères lorsque l'abondance des mâles adultes de grande taille est basse ou l'abondance des femelles pubères est élevée (Sainte-Marie et al. 1995, 1999).

La réduction des grands mâles adultes de la population en raison de la pression de pêche a peut-être causé un biais vers les femelles dans le ratio sexuel, spécialement lors de la reproduction des multipares durant la phase de grande abondance de femelles matures, a vraisemblablement eu un impact sur le succès de la reproduction. De plus, l'abondance peu

mate with mature females during the multiparous mating could monopolize a large portion of mature female. It may also cause a reduction in the sperm allocation to each female by reducing guard time and then sub optimally inseminating them (Sainte-Marie et al., 2002), resulting in a reduction in the population fecundity. Also, females do not always have enough stored excess sperm from the pubescent mating to fertilize a second or third clutch of eggs (Rondeau and Sainte-Marie, 2001; Sainte-Marie et al., 2002). Additionally, stored sperm is not as effective as fresh sperm for fertilizing an egg clutch (Sainte-Marie and Carrière, 1995). Paul (1984) observed in *Chionoecetes bairdi*, that some multiparous females fail to spawn or may extrude unfertilized eggs when isolated from males after the pubescent mating. The collapse of the blue crab, *Callinectes sapidus*, fishery on the east coast of North America was due to overfishing of large adult males, resulting in low reproductive output (sex ratio and sperm limitation), and this issue has become a major concern in several crab fisheries worldwide (Hines et al., 2003; Jivoff, 2003). The extent of the impact of a biased sex ratio and reduction in egg production in snow crab is unknown, but likely detrimental to long-term stock productivity. The Area 12 high abundances of adult males < 95 mm CW (Fig. 21) and the higher proportion of these crabs compared to the total abundance of adult males observed in the trawl surveys in recent years (Fig. 22) may have been the result of high exploitation rates triggering adolescent males to reach the terminal molt below the commercial size. This change in size structure of adult males also suggests that heavy harvest of larger-sized adult males of the population may have led the adolescent males to molt to adult phase below the commercial size, since they do not have to compete with larger-sized adult males in reproductive activities. This was also a concern for Dungeness crab (*Cancer magister*) in intensively exploited populations in the Northeast Pacific, that fewer such sublegal-size males seem to molt to legal size and that most mating in the population was done by sublegal-sized males (Jamieson et al. 1998). The contribution of the adult males < 95 mm CW in the reproduction is expected to cause a shift in size structure of the population in the long term.

élevée des grands mâles adultes disponibles pour se reproduire avec les femelles matures lors de la reproduction des femelles multipares peut occasionner une monopolisation d'un grand nombre de femelles matures par ceux-ci et causé une réduction dans l'allocation de spermatozoaires à chaque femelle en limitant le temps de garde et en les inséminant sous-optimalement (Sainte-Marie et al. 2002) résultant à une diminution de la fécondité de la population. Aussi, les femelles peuvent ne pas emmagasiner assez de spermatozoaires lors de la reproduction des femelles pubères pour fertiliser une deuxième ou une troisième portée d'œufs (Rondeau et Sainte-Marie, 2001; Sainte-Marie et al. 2002) et que les spermatozoaires emmagasinés sont aussi efficaces que les spermatozoaires frais pour fertiliser une portée d'œufs n'est pas toujours le cas (Sainte-Marie et Carrière, 1995). Paul (1984) a observé chez le crabe, *Chionoecetes bairdi*, que certaines femelles multipares ne produisaient pas de portée d'œufs ou produisaient des œufs non fécondés lorsque isolées des mâles après la reproduction des femelles pubères. L'effondrement de la pêche au crabe bleu, *Callinectes sapidus*, sur la côte est de l'Amérique du Nord due à la surpêche des gros mâles adultes résultant à une faible productivité du stock (ratio sexuel et limitation de spermatozoaires) est devenu une inquiétude majeure pour plusieurs pêcheries au crabe dans le monde (Hines et al. 2003; Jivoff, 2003). Le niveau d'impact d'un biais dans le ratio sexuel et la diminution de la production d'œufs dans le stock du crabe des neiges sont inconnus mais probablement nuisibles à la productivité du stock à long terme. La forte abondance des mâles adultes < 95 mm LC (fig. 21) et une proportion plus élevée de ces crabes par rapport à l'abondance totale des mâles adultes observées dans les relevés au chalut au cours des dernières années (fig. 22) a pu être occasionnée par des taux d'exploitation élevés, qui ont poussé les mâles adolescents à effectuer leur dernière mue avant d'avoir atteint la taille commerciale. Ce changement dans la structure de tailles des mâles adultes pourrait suggérer que l'exploitation intensive des mâles adultes les plus grands parmi la population a pu inciter les mâles adolescents à muer vers le stade adulte avant d'avoir atteint la taille commerciale, parce qu'ils n'ont plus alors à concurrencer avec les plus grands crabes lors de la reproduction. Ceci était aussi une inquiétude

pour le crabe dormeur (*Cancer magister*) chez des populations fortement exploitées dans le nord-est du Pacifique, que peu de mâles de taille non réglementaire semble muer à la taille commerciale, et que la plupart de l'accouplement de la population était effectuée par des mâles de taille non réglementaire (Jamieson et al. 1998). La contribution des mâles adultes < 95 mm LC à la reproduction pourrait mener à un changement dans la structure de tailles de la population à long terme.

Although an aggressive harvesting of larger-sized adult males is probably one of the main reasons for the decline in productivity of Area 12 in recent years, other factors may also contribute to this low productivity in the southern Gulf. These factors are the environmental conditions, an intrinsic or natural variability in recruitment pattern of the population, alteration or destruction of habitats and predation. Some preventive approaches that can be taken to mitigate this are: 1) decrease the exploitation rates and 2) harvest after the mating season of mature females (end of May) to increase the availability of large-sized adult males to participate in mating before being caught. These management measures were also recommended in the 2005 FRCC Atlantic snow crab report (Anonymous 2005).

Malgré qu'une exploitation agressive des grands mâles adultes de la population soit probablement une des raisons principales du déclin de la productivité au cours des dernières années, d'autres facteurs pourraient contribuer à cette faible productivité dans le sud du golfe du Saint-Laurent comme les conditions environnementales, une variabilité intrinsèque ou naturelle du patron de recrutement, une altération ou une destruction des habitats et la prédation. Les seuls options possibles disponible afin de mitiger ceci sont : 1) diminuer les taux d'exploitation et 2) exploiter après la période de reproduction des femelles matures (fin mai) afin d'augmenter la disponibilité des mâles adultes de grandes tailles à participer dans la reproduction avant d'être capturés. Ces mesures de gestion ont été aussi recommandées dans le rapport du CCRH sur le crabe des neiges en 2005 (Anonymes 2005).

3.1.5. Exploitation:

The Area 12 recruitment to the fishery is forecasted to be in a declining phase until at least 2011, when the next pulse in recruitment is expected. The rate of decline of the commercial biomass after 2007 will depend on the exploitation rate: higher exploitation rates will result in more rapid declines. Higher exploitation rates also imply little accumulation of larger-sized adult males of carapace conditions 3 and 4, the most fertile males to mate with mature females. Since 2000, the percentage of adult males ≥ 95 mm CW with a carapace condition 3 in catches from the sea samples increased from 64% in 2000 to around 90% in 2005-2006, while the percentage of these crabs with carapace conditions 4 and 5 decreased from 24% to 6% during the same period. Although there was an increase in recruitment to the fishery from 2000 to 2005,

3.1.5. Exploitation:

Le stock de la zone 12 est actuellement dans une phase de déclin dans le recrutement à la pêcherie au moins jusqu'en 2011. Le taux de déclin de la biomasse commerciale après 2007 va dépendre du taux d'exploitation : des taux d'exploitation élevés vont résulter à des déclin plus rapides. Des taux d'exploitations élevés impliquent aussi peu d'accumulation des mâles adultes de grande taille avec conditions de carapace 3 et 4, c'est-à-dire les mâles les plus fertiles pour l'accouplement. Depuis 2000, le pourcentage des mâles adultes ≥ 95 mm LC avec une condition de carapace 3 dans les prises selon l'échantillonnage en mer a augmenté passant de 64% en 2000 à environ de 90% en 2005 et 2006 alors que le pourcentage de ces crabes avec conditions de carapace 4 et 5 a diminué passant de 24% à 6% durant la même période. Même avec une

the 40-50% relative biomass exploitation rate (calculated from the survey in the year before the fishery) used in Area 12 since 2000 resulted in a low percentage of adult crabs with carapace conditions 4 and 5 in the commercial catches and in the survey. Therefore since 2000, this fishery has become largely dependent on the annual recruitment to the fishery rather than on the remaining biomass from one year to the next.

Empirical exploitation rates, calculated from the ratio of landings during the year and the sum of the landings and the residual biomass of the same year, varied between 45 and 70% since 2000 (Fig. 23). These values are considered high compared to other snow crab fisheries.

The recruitment to the fishery (R-1) is expected to decline in 2008 by approximately 50% based on the observed decrease in abundance of prerecruits R-2. Recruitment to the fishery will probably continue to be low until about 2011. As indicated above, the continued high exploitation rates would result in a rapid decrease in commercial biomass.

Possible measures to maximize the reproductive output of the stock would be to open the fishery after the mating season of mature females (end of May) to increase the availability of large-sized adult males to participate in mating before being caught.

There would be biological benefits to the future reproductive potential of the stock, and the future yields, if the fishery were allowed to return captured hard-shelled commercial-sized adolescent males to the sea.

Substantial biological benefits are expected by the current soft-shelled crab protocol. Revision of the soft-shelled crab protocol may be an option to enhance the protection of the future recruitment to the fishery, especially during a decreasing trend in recruitment.

Limits and target reference points and comprehensive harvest control rules need to be developed and tested jointly by scientists, fishery managers and the fishing industry for

augmentation du recrutement à la pêcherie de 2000 à 2005, le niveau d'exploitation de 40-50% (calculé à partir de la biomasse estimée du relevé de l'année précédente à la pêche) utilisé dans la zone 12 depuis 2000 n'a pas permis d'accumuler des crabes de conditions 4 et 5. Depuis 2000, la pêcherie est plus dépendante du recrutement annuel à la pêcherie que sur la biomasse résiduelle d'une année à l'autre.

Les taux d'exploitation empiriques calculés selon le rapport des débarquements durant l'année et la somme des débarquements et la biomasse résiduelle de la même année ont varié entre 45 et 70% depuis 2000 (fig. 23). Ces valeurs sont considérées élevées comparativement à d'autres pêches au crabe des neiges.

Le recrutement à la pêcherie (R-1) est prévu de diminuer en 2008 d'environ 50% en raison de la diminution observée de l'abondance des prerecruits R-2. Le recrutement à la pêcherie va probablement continuer à être bas jusqu'à environ 2011. Comme indiqué ci-dessus, la continuation des taux d'exploitation élevés pourrait résulter à une diminution rapide de la biomasse commerciale.

Des mesures possibles pour maximiser le potentiel reproducteur du stock pourrait être l'ouverture de la pêche après la période de la reproduction des femelles matures (fin mai) afin d'augmenter la disponibilité des mâles adultes de grande taille à participer à la reproduction avant d'être capturés.

Si les pêcheurs étaient autorisés à remettre à l'eau les mâles adolescents à carapace dure de taille commerciale, lorsque ceux-ci sont capturés, le potentiel reproducteur du stock et les rendements futurs en bénéficieraient.

Des bénéfices biologiques substantiels sont associés par le protocole des crabes à carapace molle présentement utilisé. Une révision de ce protocole pourrait être une option pour améliorer la protection du futur recrutement la pêcherie, spécialement durant une phase décroissante dans le recrutement.

Des limites et cibles de points de références et des règles compréhensives de contrôle de récolte ont besoin d'être développées et testées conjointement avec les scientifiques,

the biological unit in the southern Gulf in the context of existing management areas.

3.2. Area 19:

3.2.1. Fishery monitoring:

The Area 19 2006 regular fishing season opened on July 10 and ended on August 21 (last date of landings) with reported landings of 1,989 t (quota of 2,000 t). This quota was set from a pre-season trawl survey conducted in June 2006, based on a 45% exploitation rate of the commercial biomass index estimated at 4,443 t (3,565 t – 5,471 t). The Area 19 fishery indicators were generally good during the 2006 fishing season. The partially standardized mean CPUE in 2006 (84.4 kg/th) increased compared to 2005 (68.7 kg/th), while the fishing effort decreased from 41,892 th in 2005 to 23,566 th in 2006 (Table 1). The annual percentage of soft-shelled crabs (Table 2) decreased slightly in 2006 (8.3%) compared to 2005 (9.8%). During the 2006 fishing season, two sectors within Area 19 were closed due to high incidences of soft-shelled crabs in catches (Fig. 24). Sectors 2 and 3 were closed on July 28 and the incidences of soft-shelled crabs at closure time were 22.4% in sector 2 and 30.6% in sector 3. The mean size of commercial adult males increased from 114.0 mm CW in 2003 to 116.5 mm CW in 2006 (Fig. 5).

The fishing effort during the 2006 season was concentrated mostly in the southern and central parts of Area 19 where the highest CPUEs were observed (Figs. 8 and 10).

The percentage of commercial-sized adult males with carapace conditions 1 and 2 in commercial catches had continuously decreased from 2000 (16.6%) to 2003 (4.9%), but had increased to around 15.0 % in 2004 and 2005. The percentage decreased to 11.1% in 2006. The percentage of crabs with carapace condition 3 had increased from 26.9% in 2000 to 80.4% in 2003, decreased to 69.5% in 2004, but increased to 83.8% in 2006. The percentage of commercial-sized adult

les gestionnaires et l'industrie de la pêche pour l'unité biologique du sud du golfe dans le contexte des zones de gestion existantes.

3.2. Zone 19:

3.2.1. Suivi de la pêche:

La saison de pêche régulière de 2006 a débuté le 10 juillet dans la zone 19 et s'est terminée le 21 août (dernier jour de débarquements) avec des débarquements reportés de 1 989 t (quota de 2 000 t). Ce quota a été établi à partir d'un relevé au chalut effectué avant la saison de pêche en juin 2006 basé sur un taux d'exploitation de 45% de l'indice de la biomasse commerciale estimé à 4 443 t (3 565 t – 5 471 t). Les indicateurs de la pêche ont été bons durant la pêche de 2006. La PUE moyenne partiellement pondérée en 2006 (84,4 kg/th) a augmenté comparativement à 2005 (68,9 kg/th), alors que l'effort de pêche a diminué de 41 892 cl en 2005 à 23 566 cl en 2006 (tableau 1). Le pourcentage annuel de crabes à carapace molle (tableau 2) a légèrement diminué en 2006 (8,3%) comparativement à 2005 (9,8%). Deux secteurs à l'intérieur de la zone 19 ont été fermés en raison de l'incidence élevée de crabes à carapace molle dans les prises au cours de la saison de 2006 (fig. 24). Les secteurs 2 et 3 ont été fermés le 28 juillet alors que l'incidence de crabes à carapace molle était de 22,4% dans le secteur 2 et 30,6% dans le secteur 3 au moment de la fermeture. La taille moyenne des crabes adultes de taille commerciale a augmenté passant de 114,0 mm LC en 2003 à 116,5 mm LC en 2006 (fig. 5).

L'effort de pêche durant la saison de 2006 était concentré surtout dans les parties sud et centrale de la zone 19 où les plus grandes PUE ont été observées (figs. 8 et 10).

La capture des mâles adultes de taille commerciale avec conditions de carapace 1 et 2 a continuellement diminué entre 2000 et 2003 passant de 16,6 à 4,9% mais ces pourcentages ont augmenté aux environs de 15,0% en 2004 et 2005. En 2006, ce pourcentage a diminué à 11,1%. La capture des mâles avec condition de carapace 3 a augmenté passant de 26,9% en 2000 à 80,4% en 2003, a diminué à 69,5% en 2004 mais a augmenté à 83,8% en 2006. Le pourcentage

males with carapace condition 5 remained low in 2006.

des mâles adultes de taille commerciale avec condition de carapace 5 est demeuré bas en 2006.

The overall composition (%) of carapace conditions for commercial-sized adult males in Area 19 from sea samples collected since 2000.

La composition globale (%), selon la condition de la carapace des mâles adultes de taille commerciale dans la zone 19, d'après les échantillons recueillis depuis 2000.

Carapace conditions	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
1	2.0	1.8	3.2	2.4	2.9	0.9	0.8
2	14.6	6.5	5.6	2.5	12.7	14.3	10.3
3	26.9	31.3	70.2	80.4	69.5	73.9	83.8
4	55.8	60.1	20.6	14.5	14.3	10.6	4.9
5	0.8	0.3	0.5	0.2	0.5	0.3	0.2
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

3.2.2. Biomass and recruitment indices:

3.2.2. Indices de la biomasse et recrutement :

The Area 19 2006 fall trawl survey indicated a commercial biomass index (Table 3) of 4,285 t (2,910 t – 6,090 t), which represents an increase of 13% compared to the 2005 fall trawl survey estimate of 3,802 t (2,890 t – 4,912 t). The recruitment to the fishery at the time of the 2006 fall survey was estimated at 2,519 t (1,443 t – 4,096 t), which represents 59% of the commercial biomass index (Table 3). However, the commercial biomass index estimates based on the fall trawl survey may not reflect the fishable stock at the time of the fishery 8-10 months later, mainly because of a dynamic movement of commercial-sized adult males that occurs between Area 19 and adjacent fishing Areas 12 and F, such that in some years the biomass supporting the fishery in the year after the survey was larger than estimated by the survey, and in other years, it was smaller. For example, in 2004, the Area 19 fishery was prematurely closed with reported landings of 3,894 t (77% of the quota of 5,092 t) because of high incidences of soft-shelled males together with low CPUE at the end of the fishing season. This occurred despite the fact that the 2003 fall survey estimates showed the highest level of commercial biomass index (8,083 t) ever recorded in that zone. By comparing the commercial biomass index from the 2003 fall survey done after the fishing season and the 2004 June trawl survey conducted a few days before the regular fishing season, the commercial biomass index decreased by 42% from 8,083 t in fall 2003 to 4,712 t in June 2004. The opposite was observed with a 45%

Le relevé au chalut d'automne 2006 a révélé un indice de la biomasse commerciale dans la zone 19 (tableau 3) de 4 285 t (2 910 t – 6 090 t), ce qui représente une augmentation de 13% comparativement à l'estimé du relevé d'automne de 2005 qui était de 3 802 t (2 890 t – 4 912 t). Le recrutement à la pêcherie au moment du relevé de 2006 a été estimé à 2 519 t (1 443 t – 4 096 t), ce qui représente 59% de l'indice de la biomasse commerciale (tableau 3). Cependant, les estimés de l'indice de la biomasse commerciale basés sur les relevés d'automne pourraient ne pas refléter la biomasse pêchable au moment de la pêche 8-10 mois plus tard principalement en raison du mouvement important des crabes adultes de taille commerciale qui a lieu entre la zone 19 et les zones de pêche adjacentes 12 et F, si bien dans certaines années la biomasse supportant la pêche l'année suivant le relevé était beaucoup plus élevée que celle estimée par le relevé, et d'autres années elle était moins élevée. Par exemple, en 2004, la pêche a été fermée prématurément avec des débarquements de 3 894 t (77% du quota de 5 092 t) en raison des incidences élevées des crabes mous et des faibles PUE à la fin de la saison de pêche malgré le fait que le relevé d'automne de 2003 indiquait le niveau le plus élevé de l'indice la biomasse commerciale jamais enregistré (8 083 t) dans cette zone. En comparant l'indice de la biomasse commerciale du relevé d'automne de 2003 effectué après la saison de pêche et le relevé de juin effectué quelques jours avant le début de la pêche, l'indice de la biomasse commerciale avait

increase in the commercial biomass index between the 2004 fall survey estimate (4,113 t) and the 2005 June survey (5,981 t). These differences in Area 19 commercial biomass indices between the fall (after the fishery) and spring (conducted days before the fishery) trawl surveys show the difficulty in adequately estimating the commercial biomass index for the July fishery based on the previous fall survey. The June survey, immediately prior to the July fishery provides a more reliable biomass estimate.

The decline in the commercial biomass index in Area 12 is expected until 2011. Consequently, the abundance of commercial-sized adult males in Area 19 may be negatively affected. Commercial crab show a net migration from Area 12 to 19 when densities are higher in Area 12, or from Area 19 to 12, when densities are higher in Area 19.

3.2.3. Relative abundance of prerecruits R-4, R-3 and R-2:

An increase in Area 19 abundances of adolescent males of sizes between 56 and 68 mm (R-4), and larger than 83 mm (R-2) together with a decrease in the abundance of adolescent males of sizes between 69 and 82 mm (R-3) were observed based on the 2006 fall survey (Table 5; Fig. 26). The abundance of prerecruits ≥ 56 mm CW (Fig. 12) observed during the 2006 trawl survey could be an indicator of high incidences of soft-shelled crabs in catches if the fishing effort is too high.

3.2.4. Exploitation:

The prerecruits ≥ 56 mm CW (R-4, R-3 and R-2) from the 2006 fall survey increased in Area 19 compared to the 2005 fall estimates. This may indicate an increase in the commercial biomass index for the coming years, if these crabs stay within the zone upon reaching the legal-size. However, the commercial biomass index and the abundance of prerecruits ≥ 56 mm CW (R-4, R-3 and R-2) in Area 12 are

diminué de 42% de 8 083 t à l'automne 2003 à 4 712 t en juin 2004. Au contraire, une augmentation de 45% de l'indice de la biomasse commerciale a été observée entre le relevé d'automne de 2004 (4 113 t) et celui de juin 2005 (5 981 t). Ces différences dans les indices de la biomasse commerciale entre les relevés au chalut d'automne (après la pêche) et au printemps (quelques jours avant le début de la pêche) montre une difficulté à estimer adéquatement l'indice de la biomasse commerciale pour la pêche de juillet en se basant sur le relevé d'automne. Le relevé de juin, immédiatement avant la pêche de juillet donne un estimé de biomasse plus fiable.

Une diminution de l'indice de la biomasse commerciale dans la zone 12 est prévue jusqu'en 2011. Conséquemment, l'abondance des mâles adulte de taille commerciale dans la zone 19 pourrait être négativement affectée par la migration des crabes de taille commerciale de la zone 12 vers la zone 19 lorsque les densités sont plus grandes dans la zone 12, ou de la zone 19 vers la zone 12 lorsque les densités sont plus grandes dans la zone 19.

3.2.3. Abondance relative des prérecrues R-4, R-3 et R-2 :

Une augmentation des abondances des adolescents de tailles entre 56 et 68 mm (R-4) et plus grand que 83 mm (R-2) et une diminution de l'abondance des mâles adolescents de tailles entre 69 et 83 mm (R-3) ont été observées dans la zone 19 lors du relevé de 2006 (tableau 5; fig. 26). L'abondance des prérecrues ≥ 56 mm LC (fig. 12) observées dans le relevé de 2006 pourrait être un indicateur d'incidence élevée des crabes à carapace molle dans les prises commerciales si l'effort de pêche est trop élevé.

3.2.4. Exploitation :

Les prérecrues ≥ 56 mm LC (R-4, R-3 et R-2) observés dans la zone 19 lors du relevé d'automne 2006 ont augmenté comparativement à ceux estimés au relevé d'automne 2005. Ceci pourrait indiquer une augmentation de l'indice de la biomasse commerciale dans les prochaines années si ces crabes demeurent dans la zone après avoir atteint la taille commerciale. Cependant,

decreasing (Figs. 12 and 25). This may affect the movement of commercial-sized adult males between Areas 12 and 19. For 2007, it is recommended to follow the soft-shelled crab protocol to protect the future recruitment to the fishery.

The Area 19 commercial biomass index estimated from the 2006 September trawl survey may not reflect the availability of commercial biomass at the beginning of the 2007 fishing season, depending on the fishery and stock dynamics outside Area 19. It would be beneficial to continue the June trawl survey just before the opening of Area 19 fishery to estimate the commercial biomass prior to the fishery and re-adjust the fishing strategy according to the biomass and proportion of carapace stages observed in that particular survey. Final advice would be provided following the June trawl survey.

Area 19 empirical exploitation rates were calculated based on the ratio between the landings during the year and the sum of the landings and the residual biomass of the same year. Since 2000, exploitation rates calculated this way varied between 43 and 62% (Fig. 27), and are considered high compared to other snow crab fisheries.

Substantial biological benefits are expected by the current white crab protocol. Revision of this protocol may be an option to enhance the protection of the future recruitment to the fishery.

Limits and target reference points and comprehensive harvest control rules need to be developed and tested jointly by scientists, fishery managers and the fishing industry for the biological unit in the southern Gulf in the context of existing management areas.

3.3. Areas E and F:

Because of the unknown amount of crab movement in and out of these two small areas within a given year, the estimates of commercial biomass index may not necessarily reflect the biomass at the beginning of the following fishing season. The population in

l'indice de la biomasse commerciale et l'abondance des prérecrues ≥ 56 mm LC (R-4, R-3 et R-2) diminuent dans la zone 12 (figs. 12 et 25), ce qui pourrait affecter le mouvement des crabes de taille commerciale entre les zones 12 et 19.

L'indice de la biomasse commerciale dans la zone 19 estimée à partir du relevé de septembre 2006 pourrait ne pas refléter la disponibilité de la biomasse commerciale au début de la saison de pêche de 2007 dépendant de la pêche et de la dynamique du stock à l'extérieur de la zone 19. Il serait bénéfique de continuer le relevé au chalut de juin juste avant l'ouverture de la pêche de la zone 19 pour estimer la biomasse commerciale avant la pêche et réajuster la stratégie de pêche selon la biomasse et la proportion des conditions de carapace observées dans ce relevé. L'avis final sera donné après le relevé au chalut de juin.

Les taux d'exploitation empiriques dans la zone 19 calculés selon le rapport des débarquements durant l'année et la somme des débarquements et la biomasse résiduelle de la même année. Depuis 2000, les taux d'exploitation, calculés de cette manière, ont varié entre 43 et 62% (fig. 27), et sont considérées élevées comparativement à d'autres pêches au crabe des neiges.

Des bénéfices biologiques substantiels sont associés par le protocole des crabes blancs présentement utilisé. Une révision de ce protocole pourrait être une option pour améliorer la protection du futur recrutement la pêcherie.

Des limites et cibles de points de références et des règles compréhensives de contrôle de récolte ont besoin d'être développées et testées conjointement avec les scientifiques, les gestionnaires et l'industrie de la pêche pour l'unité biologique du sud du golfe dans le contexte des zones de gestion existantes.

3.3. Zones E et F :

Comme on ne connaît pas l'importance des mouvements d'émigration et d'immigration des crabes dans ces deux petites zones au cours d'une année donnée, les estimations de l'indice de biomasse ne reflètent pas nécessairement la biomasse au début de la prochaine saison

Area E is not biologically distinct from Area 12, and the population in Area F is not biologically distinct from Area 12 (the eastern part of the Magdalen Islands) and Area 19. In both areas, the crab concentrations are found near the boundaries and the biomass estimates have large confidence intervals.

3.3.1. Area E:

3.3.3.1. Fishery monitoring:

In Area E, the fishery opened on April 25 and ended on June 24, with reported landings of 411 t representing 74.7% of their quota of 550 t. The partially standardized mean CPUE decreased from 80.6 kg/th in 2005 to 40.8 kg/th in 2006 (Table 1). The percentage of soft-shelled males increased from 2.9% in 2005 to 7.8% in 2006, which was comparable to the 1999-2000 levels (8%), (Table 2). The mean size of commercial-sized males increased from 105.8 mm CW in 2000 to 113.0 mm CW in 2006 (Fig. 5). Fishermen concentrated their fishing effort in the southeastern part of the zone adjacent to Areas 12 and F (Fig. 8).

The percentage of commercial-sized adult males with carapace conditions 4 and 5 had continuously decreased from 2000 (18.6%) to 2005 (3.0%) but increased in 2006 (5.2%). The percentage of males with carapace condition 3 increased from 77.1% in 2000 to 95.1% in 2005, but slightly decreased to 92.9% in 2006. The percentage of commercial-sized adult males with carapace conditions 1 and 2 in 2006 (1.9%) remained at the same level as in 2005.

The overall catch composition by carapace conditions for adult males ≥ 95 mm CW in Area E since 2000.

Carapace conditions	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
1	1.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.9
2	3.1	0.7	0.6	2.4	0.2	1.9	1.0
3	77.1	84.8	91.7	92.0	95.0	95.1	92.9
4	13.9	12.8	7.1	5.3	4.1	2.4	4.7
5	4.7	1.5	0.5	0.1	0.6	0.6	0.5
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

de pêche. Pour ce qui est de la biologie, la population dans la zone E n'est pas différente de celle de la zone 12, et la population dans la zone F n'est pas différente ni de la zone 12 (partie est des Îles-de-la-Madeleine) ni de la zone 19. Dans les deux zones, les concentrations de crabes se trouvent près des limites des zones et les intervalles de confiance des estimations de biomasse sont grands.

3.3.1. Zone E :

3.3.3.1. Suivi des pêcheries :

Dans la zone E, la pêche a débuté le 25 avril et s'est terminée le 24 juin avec des débarquements reportés de 411 t, soit 74,7% de leur contingent de 550 t. La PUE moyenne partiellement pondérée a diminué passant de 80,6 kg/cl en 2005 à 40,8 kg/cl en 2006 (tableau 1). Le pourcentage de crabes à carapace molle a augmenté passant de 2,9% en 2005 à 7,8% en 2006, soit à des niveaux comparables à ceux de 1999-2000 (8%), (tableau 2). La taille moyenne des crabes de taille commerciale a augmenté passant de 105,8 mm LC en 2000 à 113,0 mm LC en 2006 (fig. 5). Les pêcheurs, ont concentré leur effort de pêche dans la partie sud-est de la zone adjacente aux zones 12 et F (fig. 8).

Le pourcentage des mâles avec conditions de carapace 4 et 5 a continuellement diminué de 2000 (18,6%) à 2005 (3,0%) mais a augmenté en 2006 (5,2%). La capture des mâles avec condition de carapace 3 a augmenté passant de 77,1% en 2000 à 95,1% en 2005, mais a diminué légèrement à 92,9% en 2006. Le pourcentage des mâles avec conditions de carapace 1 et 2 en 2006 (1,9%) est demeuré au même niveau qu'en 2005.

La composition globale des prises selon la condition de la carapace des mâles adultes ≥ 95 mm LC dans la zone E depuis 2000.

3.3.1.2. Biomass and recruitment indices:

The Area E commercial biomass index (Table 6) of 368 t (45 t – 1,394 t) in 2006 represents a decrease of 56% compared to the 2005 estimates of 845 t (417 t – 1,534 t). The recruitment to the fishery index of 236 t (19 t – 1,037 t) represents 64% of the 2006 commercial biomass index (Table 6). It is difficult to predict the commercial biomass index in that very small fishing area as it is strongly affected by the stock condition in adjacent Area 12. This is well supported by the discontinuity in the abundance of adolescent crabs within Area E observed in the trawl surveys from one year to the next (Fig. 28). Moreover, the estimated abundance of prerecruits ≥ 56 mm CW in the southern Gulf have been decreasing and retracting in the central part of Area 12 (Fig. 12), which may negatively affect the recruitment to the fishery and commercial biomass indices in the near future. The biomass indices in Area E should be interpreted with caution, because the crab concentrations are located at the boundaries of the area sampled and biomass estimate indices have high confidence intervals.

3.3.1.4. Exploitation:

The commercial biomass in Area E is influenced by recruitment from Area 12. The low survey biomass estimates and the rapidly decreasing CPUE in 2006 suggest that the biomass in 2007 is expected to be low. With the expected decline in commercial biomass and the overall retraction of the densities into the central part of the Area 12 after 2008, the commercial biomass in Area E is expected to decrease severely in the next few years. Considering the uncertainties about the future recruitment to the fishery, a high exploitation rate would accelerate the decline in commercial biomass in the near future.

3.3.1.2. Indices de la biomasse et recrutement:

L'indice de la biomasse commerciale dans la zone 19 (tableau 6) estimé à 368 t (45 t – 1 394 t) en 2006 représente une diminution de 56% comparativement à l'estimer de 2005 qui était de 845 t (417 t – 1 534 t). Le recrutement à la pêcherie estimé à 236 t (19 t – 1 037 t) représente 64% de l'indice de la biomasse commerciale de 2006 (tableau 6). Il est difficile de projeter un indice de biomasse commerciale dans cette petite surface de pêche comme elle est fortement affectée par la condition du stock de la zone 12. Ceci est bien supporté par la discontinuité dans l'abondance des crabes adolescents à l'intérieur de la zone E observée dans les relevés au chalut d'une année à l'autre (fig. 28). Il est aussi à noter que l'abondance des prérecrues ≥ 56 mm LC dans le sud du golfe du Saint-Laurent est présentement en diminution et se rétracte dans la partie centrale de la zone 12 (fig. 12), ce qui pourrait affecter le recrutement à la pêcherie ainsi que l'indice de la biomasse commerciale dans un avenir proche. De plus, les indices de la biomasse dans la zone E doivent être interprétés avec prudence parce que les densités de crabes sont situées aux limites de la zone échantillonnée et les intervalles de confiances sont très élevés.

3.3.1.4. Exploitation:

La biomasse commerciale dans la zone E est influencée par le recrutement de la zone 12. La faible biomasse commerciale estimée à partir du relevé et de la rapide diminution des PUE en 2006 suggèrent que la biomasse commerciale en 2007 est prévue d'être basse. Avec le déclin prévu de la biomasse commerciale et la rétraction globale des densités vers la partie centrale de la zone 12 après 2008, la biomasse commerciale dans la zone E est prévue de diminuer sévèrement dans les prochaines années. Considérant les incertitudes concernant le futur recrutement à la pêcherie, un taux d'exploitation élevé pourrait accélérer le déclin de la biomasse commerciale dans un proche avenir.

3.3.2. Area F:

3.3.2.1. Fishery monitoring:

In Area F, the fishery opened on April 24 and ended on July 15, with reported landings of 787 t, which represents 96.7% of their quota of 815 t. The partially standardized mean CPUE in 2006 (55.9 kg/th) decreased compared to 2005 (93.7 kg/th) (Table 1). The percentage of soft-shelled males in 2006 (3.5%) increased compared to 2005 (0.8%), (Table 2). The mean size of commercial sized adult males increased from 107.9 mm CW in 2000 to 113.6 mm CW in 2005, but decreased to 112.3 mm CW in 2006 (Fig. 5). The fishing effort was concentrated in the northern and southern part of Area F (Fig. 8).

The percentage of males with carapace conditions 4 and 5 decreased in 2006 (4.5%) compared to 2004 (11.2%). The percentage of males with carapace condition 3 fluctuated from 79.8% (2002) to around 92% in 2003 and 2006. The percentage of males with carapace conditions 1 and 2 slightly increased in 2006 (3.8%) compared to 2005 (3.0%).

The overall catch composition by carapace conditions for adult males ≥ 95 mm in Area F since 2000.

Carapace conditions	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
1	0.3	0.3	0.0	0.0	0.1	0.2	2.0
2	6.2	1.3	14.7	0.8	1.6	2.8	1.8
3	84.4	87.8	79.8	92.2	87.1	89.6	91.6
4	8.11	10.0	5.4	6.5	10.7	7.1	3.6
5	1.0	0.5	0.1	0.5	0.5	0.3	0.9
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

3.3.2.2. Biomass and recruitment:

In Area F, the commercial biomass index in 2006 was estimated at 562 t (74 t – 2,074 t) which represents a 71% decrease compared to the 2005 estimate of 1,923 t (1,024 t – 3,303 t), (Table 6). The recruitment to the fishery index of 397 t (38 t – 1,643 t) represents 71% of the 2006 commercial biomass index (Table 6). The low abundance of adolescent crabs (Fig. 29) may indicate that the recruitment to the fishery

3.3.2. Zone F:

3.3.2.1. Suivi des pêcheries:

Dans la zone F, la pêche a débuté le 24 avril et s'est terminée le 15 juillet, avec des débarquements reportés de 787 t, ce qui représente 96,7% de leur quota de 815 t. La PUE moyenne partiellement pondérée (tableau 1) en 2006 (55,9 kg/cl) a diminué comparativement à 2005 (93,7 kg/cl). Le pourcentage de crabes à carapace molle (tableau 2) en 2006 (3,5%) a augmenté comparativement à 2005 (0,8%). La taille moyenne des crabes adultes de taille commerciale a augmenté passant de 107,9 mm LC en 2000 à 113,6 mm LC en 2005, mais a diminué à 112,3 mm LC en 2006 (fig. 5). L'effort de pêche a été concentré dans les parties nord et sud de la zone F (fig. 8).

Le pourcentage des mâles avec conditions de carapace 4 et 5 a diminué en 2006 (4,5%) comparativement à 2004 (11,2%). La capture des mâles avec condition de carapace 3 a fluctué de 79,8 (2002) au environ de 92% en 2003 et 2006. Le pourcentage des mâles avec conditions de carapace 1 et 2 a légèrement augmenté en 2006 (3,8%) comparativement à 2005 (3,0%).

La composition globale des prises selon la condition de la carapace des mâles adultes ≥ 95 mm dans la zone F depuis 2000.

3.3.2.2. Biomasse et recrutement:

Dans la zone F, l'indice de la biomasse commerciale en 2006 a été estimé à 562 t (74 t – 2 074 t) ce qui représente une diminution de 71% comparativement à l'estimé de 2005 qui était de 1 923 t (1 024 t – 3 303 t), (tableau 6). L'indice du recrutement à la pêche estimée à 397 t (38 t – 1 643 t) représente 71% de l'indice de la biomasse commerciale de 2006 (tableau 6). La faible abondance des crabes

will decrease for the coming years. In addition, the prerecruits ≥ 56 mm CW in the southern Gulf have been decreasing and retracting to the center of Area 12 (Fig. 12), which may also affect the emigration of crabs into Area F. The biomass indices in Area F should be interpreted with caution, because the crab concentrations are located at the boundaries of the area sampled and biomass estimate indices have high confidence intervals.

3.3.2.3. Exploitation:

The commercial biomass in Area F is influenced by recruitment from Areas 12 and 19. The low survey biomass estimates and the rapidly decreasing CPUE in 2006 suggest that the biomass in 2007 will be low. With the expected decline in commercial biomass and the overall retraction of the densities into the central part of the Area 12 after 2008, the commercial biomass in Area F is expected to decrease severely in the next few years. Considering the uncertainties about the future recruitment to the fishery, a high exploitation rate would accelerate the decline in commercial biomass in the near future.

4.0. ACKNOWLEDGMENTS

The authors wish to thank Dr. Bernard Sainte-Marie (DFO, Mont-Joli, Qué) and Drs. Jae Choi and Joël Chassé (DFO, Halifax, NS) for their valuable information in preparing this report.

adolescents (fig. 29) pourrait indiquer que le recrutement à la pêche va diminuer pour les prochaines années. De plus, les prérecrues dans le sud du golfe du Saint-Laurent diminuent présentement et se redistribuent vers la partie centrale de la zone 12 (fig. 12), ce qui pourrait affecter l'émigration de crabes dans la zone F. Les indices de la biomasse dans la zone F doivent être interprétés avec prudence parce que les densités de crabes sont situées aux limites de la zone échantillonnée et les intervalles de confiances sont très élevés.

3.3.2.3. Exploitation:

La biomasse commerciale dans la zone F est influencée par le recrutement des zones 12 et 19. La faible biomasse commerciale estimée à partir du relevé et de la rapide diminution des PUE en 2006, suggèrent que la biomasse commerciale en 2007 est prévue d'être basse. Avec le déclin prévu de la biomasse commerciale et la rétraction globale des densités vers la partie centrale de la zone 12 après 2008, la biomasse commerciale dans la zone F est prévue de diminuer sévèrement dans les prochaines années. Considérant les incertitudes concernant le futur recrutement à la pêche, un taux d'exploitation élevé pourrait accélérer le déclin de la biomasse commerciale dans un proche avenir.

4.0. REMERCIEMENTS

Les auteurs désirent remercier Dr. Bernard Sainte-Marie (MPO, Mont-Joli, Qué) et Drs. Jae Choi et Joël Chassé (MPO, Halifax, NÉ) pour leur précieuse information à la préparation de ce rapport.

REFERENCES

- Anonymous. 2005. Strategic Conservation Framework for Atlantic Snow Crab. Fisheries Resource Conservation Council. FRCC.05R1. 2005/64p.
- DFO, 1997. Southern Gulf Snow Crab. DFO Atlantic Fisheries Stock Status Report 97/C3-01.
- DFO, 2001. Southern Gulf of St. Lawrence Snow Crab. DFO Science Stock Status Report C3-01 (2001).
- DFO, 2002. Zonal Snow Crab Workshop. 14-18 January, 2002. St. John's NF. (J. Moores, ed.) DFO Can. Sci. Advis. Sec. Proceed. Ser. 2002/022.
- DFO, 2006. Proceedings of the Assessment Framework Workshop on Southern Gulf of St. Lawrence Snow Crab (Areas 12, E, F and 19), Gulf Regional Advisory Process; 11-14 October 2005. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Proceed. Ser. 2006/042.
- Benhalima, K., M. Moriyasu and M. Hébert. 1998. A technique for identifying the early-premolt stage in the male snow crab, *Chionoecetes opilio*, (Brachyura: Majidae) in Baie des Chaleurs, southern Gulf of St. Lawrence. Can. J. Zool., 76: 609-617.
- Conan, G.Y. and M. Comeau. 1986. Functional maturity of male snow crab, (*Chionoecetes opilio*). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 43 : 1710-1719.
- Conan, G.Y., M. Moriyasu, M. Comeau, P. Mallet, R. Cormier, Y. Chiasson, and H. Chiasson. 1988. Growth and maturation of snow crab (*Chionoecetes opilio*), p. 45-66. In G.S. Jamieson and W.D. McKone (eds.), Proceedings of the international workshop on snow crab biology, December 8-10, 1987, Montréal Québec. Can. MS Rep. Fish. Aquat. Sci. 2005.
- Conan, G.Y., M. Comeau, C. Gosset, G. Robichaud and C. Garaicoechea. 1994. The Bigouden *Nephrops* trawl, and the devismes trawl, two otter trawls efficiency catching benthic stages of snow crab (*Chionoecetes opilio*), and the American lobster (*Homarus americanus*). Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 1992.
- Dufour, R., D. Bernier and J.-C. Brêtes. 1997. Optimization of meat yield and mortality during snow crab (*Chionoecetes opilio*, O. Fabricius) fishing operations in Eastern Canada. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2152.
- Elner, R. W., and P. G. Beninger. 1995. Multiple reproductive strategies in snow crab, (*Chionoecetes opilio*), physiological pathways and behavioral plasticity. Journ. Exp. Mar. Biol. Ecol., 193: 93-112.
- Foyle, T.P., G.V. Hurley, and D.M. Taylor. 1989. Field testing shell hardness gauges for the snow crab fishery. Can. Ind. Rep. Fish. Aquat. Sci. 193.
- Hines, A. H., P. R. Jivoff, P. J. Bushmann, J. van Montfrans, S. A. Reed, D. L. Wolcott, and T. G. Wolcott. 2003. Evidence from sperm limitation in the blue crab, *Callinectes sapidus*. Bull. Mar. Sci. 72 : 287-310.
- Hébert, M., C. Gallant, Y. Chiasson, P. Mallet, P. DeGrâce, et M. Moriyasu. 1992. Le suivi du pourcentage de crabes mous dans les prises commerciales de crabe des neiges (*Chionoecetes opilio*) dans le sud-ouest du golfe du Saint-Laurent (zone 12) en 1990 et 1991. Rapp. Tech. Can. Sci. Halieut. Aquat. 1886.

- Hébert, M., E. Wade, P. DeGrâce, M. Biron, A. Hébert et M. Moriyasu. 1997. Évaluation de 1996 du stock de crabe des neiges (*Chionoecetes opilio*) dans le sud du golfe du Saint-Laurent (zones 12, 18, 19, 25/26, E et F). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Doc. de rech. 97/86.
- Hébert, M., A. Hébert, E. Wade, T. Surette, D. Giard, P. DeGrâce, M. Biron et M. Moriyasu. 2000. Évaluation de 1999 du stock de crabe des neiges, *Chionoecetes opilio*, dans le sud-ouest du golfe du St.-Laurent (zones 12-25/26, E et F). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Doc. de rech. 2000/014.
- Hébert, M., K. Benhalima, G. Miron and M. Moriyasu. 2002. Molting and growth of male snow crab, *Chionoecetes opilio*, (O. Fabricius, 1788) (Crustacea: Majidae) in the southern Gulf of St. Lawrence. *Crustaceana* 75:671-702.
- Jamieson, G.S., A. Phillips, and B.D. Smith. 1998. Implications of selective harvests in Dungeness crab (*Cancer magister*) fisheries. In North Pacific Symposium on Invertebrate Stock Assessment and Management. Edited by G.S. Jameison and A. Campbell. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 125. pp. 309-321.
- Jivoff, P., 2003. A review of male mating success in the blue crab, *Callinectes sapidus*, in reference to the potential for fisheries-induced sperm limitation. *Bull. Mar. Sci.* 72: 273-286.
- Lovrich, G. A., B. Sainte-Marie and B. D. Smith. 1995. Depth distribution and seasonal movements of *Chionoecetes opilio* (Brachyura: Majidae) in Baie Sainte-Marguerite, Gulf of Saint Lawrence. *Can. J. Zool.* 73: 1712-1726.
- McBratney, A., I. Odeh, T. Bishop, M. Dunbar, and T. Shatar. 2000. An overview of pedometric techniques for use in soil survey. *Geoderma* 97: (3-4), 293-327.
- Mallet, P., G. Y. Conan and M. Moriyasu. 1993. Periodicity of spawning and duration of incubation time for *Chionoecetes opilio*, in the Gulf of St. Lawrence. ICES CM/1993: K.26.
- Moriyasu, M., and G. Y. Conan. 1988. Aquarium observation on mating behaviour of snow crab, *Chionoecetes opilio*. ICES C. M., 1988/K.9.
- Moriyasu, M., G. Y. Conan, P. Mallet, Y. J. Chiasson and H. Chiasson. 1988. Growth at molt, molting season and mating of snow crab, *Chionoecetes opilio*, in relation to functional and morphometric maturity. International Council for the Exploitation of the Sea 1987/K :21.
- Moriyasu, M. and M. Comeau. 1996. Grasping behavior of male snow crab, (*Chionoecetes opilio* O. Fabricius, 1788, Decapoda, Majidae). *Crustaceana* 69:211-222.
- Moriyasu, M. and C. Lanteigne. 1998. Embryo development and reproductive cycle in the snow crab, *Chionoecetes opilio* (Crustacea: Majidae), in the southern Gulf of St. Lawrence, Canada. *Can. J. Zool.* 76:2040-2048.
- Moriyasu, M., L.-A. Davidson, M. Lanteigne, M. Biron, M. Comeau, M. Hébert, L. Savoie, T. Surette, E. Wade, and C. Sabeau. 2001. Current knowledge on the commercially important invertebrates stocks (lobster, snow crab and sea scallop) in the proposed oil and gas exploitation sites in the southern Gulf of St. Lawrence, Sydney Bight and adjacent area. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2001/111.
- Paul, A. J. 1984. Mating frequency and viability of stored sperm in the Tanner crab, *Chionoecetes bairdi* (Decapoda, Majidae). *J. Crustac. Biol.* 4: 375-381.

- Rondeau, A. and B. Sainte-Marie. 2001. Variable mate-guarding time and sperm allocation by male snow crab, *Chionoecetes opilio*, in response to sexual competition, and their impact on the mating success of females. *Biol. Bull.* 201:204-217.
- Sainte-Marie, B. and F. Hazel. 1992. Moulting and mating of snow crabs, *Chionoecetes opilio* (O. Fabricius), in shallow waters of the northwestern Gulf of Saint Lawrence. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 49: 1282-1293.
- Sainte-Marie, B. and C. Carrière. 1995. Fertilization of the second clutch of eggs of snow crab, *Chionoecetes opilio*, from females mated once or twice after their molt to maturity. *Fish. Bull.* 93:759-764.
- Sainte-Marie, B., S. Raymond and J.-C. Brêthes. 1995. Growth and maturation of the benthic stages of male snow crab, *Chionoecetes opilio* (Brachyura: Majidae). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 52: 903-924.
- Sainte-Marie, B., N. Urbani, J.-M. Sévigny, F. Hazel, and U. Kuhnlein. 1999. Multiple choice criteria and the dynamics of assortative mating during the first breeding season of female snow crab *Chionoecetes opilio* (Brachyura, Majidae). *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 181: 141-153.
- Sainte-Marie, B., J.-M. Sévigny and M. Carpentier. 2002. Interannual variability of sperm reserves and fecundity of primiparous females of the snow crab, *Chionoecetes opilio*, in relation to sex ratio. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 59: 1932-1940.
- Sokal, R. R. and F. J. Rohlf. 1995. *Biometry*. 3rd ed.: 1-887 (W. H. Freeman and Co, New York).
- Wackermagel, H. 1998. *Multivariate geostatistics: an introduction with applications*, 2nd Edition. Springer-Verlag.
- Wade, E., T. Surette, J. Apaloo and M. Moriyasu. 2003. Estimation of mean annual natural mortality for adult male snow crab, *Chionoecetes opilio*, in the southern Gulf of St. Lawrence. *DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc.* 2003/016.
- Watson, J. 1969. Biological investigation on the spider crab, *Chionoecetes opilio*, p. 23-47. In *Pro. Meeting on Atlantic Crab Fishery Development*. *Can. Fish. Rep.* 13.
- Watson, J. 1972. Mating behavior in the Spider Crab, *Chionoecetes opilio*. *Journ. Fish. Res. Bd. Canada*, 29:447-449.

Table 1. Landings, fishing efforts and catch per unit of effort (CPUE) in the southern Gulf of St. Lawrence snow crab, *Chionoecetes opilio*, fisheries (Areas 12, 19, E and F) since 1986.

Tableau 1. Débarquements, efforts de pêche et prises par unité d'effort (PUE) dans les pêcheries du crabe des neiges, *Chionoecetes opilio*, du sud du golfe du Saint-Laurent (zones 12, 19, E et F) depuis 1986.

	Landings (t) Débarquements (t)				Effort (# of trap haul) Effort (# de casiers levés)				CPUE (kg/trap haul) PUE (kg/casier levé)			
	12	19	E	F	12	19	E	F	12	19	E	F
1986	24267				454657				53.4			
1987	11782	1151			449293	37987			26.2	30.3		
1988	12355	1337			528844	22794			23.4	58.7		
1989	7882	1334			356442	29978			22.1	44.5		
1990	6950	1333			254578	28422			27.3	46.9		
1991	10019	1337			326671	16733			30.7	79.9		
1992	11235	1678			362967	17140			31.0	97.9		
1993	14336	1678			344698	18204			41.6	92.2		
1994	19995	1672			390833	24495			51.2	68.3		
1995	19944	1575	217	317	416890	24854	4033	11561	47.8	63.4	53.8	27.4
1996	15978	1342	164	238	318796	24583	2714	5604	50.1	54.6	60.3	42.4
1997	15413	1386	163	287	303286	21930	4695	6390	50.8	63.2	34.7	44.9
1998	11136	1988	161	290	243339	31232	5624	6035	45.8	63.1	28.6	48.1
1999	12682	1979	159	290	289003	19088	5415	5072	43.9	103.7	29.4	57.2
2000	15046	3225	150	291	436782	55977	6528	5136	34.5	64.1	22.9	56.7
2001	13819	3910	155	378	326382	46251	6700	5736	42.3	88.5	23.2	63.0
2002	21869	3279	165	378	544454	43662	2916	4437	40.2	72.3	56.6	85.2
2003	16898	3103	345	817	337960	29952	5471	10460	50.0	103.6	63.1	78.1
2004	26626	3894	349	806	484991	56517	6277	10775	54.9	68.9	55.6	74.8
2005	32363	2827	449	479	508053	41512	5571	5112	63.7	68.1	80.6	93.7
2006	25934	1989	411	787	402702	23566	10074	14079	64.4	84.4	40.8	55.9

Table 2. Average percentage of soft-shelled males in catches for the southern Gulf of St. Lawrence snow crab, *Chionoecetes opilio*, fisheries (Areas 12, 19, E and F).

Tableau 2. Pourcentage moyen des mâles à carapace molle dans les prises pour les pêcheries au crabe des neiges, *Chionoecetes opilio*, du sud du golfe du Saint-Laurent (zones 12, 19, E et F).

	Area 12 Zone 12	Area 19 Zone 19	Area E Zone E	Area F Zone F
1986	4.9	-	-	-
1987	10.8	-	-	-
1988	7.5	-	-	-
1989	37.2	-	-	-
1990	16.8	19.4	-	-
1991	11.5	5.1	-	-
1992	8.6	6.6	-	-
1993	6.1	1.9	-	-
1994	5.6	5.5	-	-
1995	2.5	3.5	0.6	11.8
1996	4.2	10.8	4.6	5.3
1997	5.0	11.1	4.3	1.5
1998	2.8	11.2	2.9	1.1
1999	4.9	4.1	8.0	1.1
2000	12.5	5.6	8.3	2.4
2001	6.2	6.5	0.7	1.3
2002	4.6	3.5	0.3	0.5
2003	3.3	3.7	1.2	0.4
2004	3.0	7.1	1.5	0.6
2005	3.9	9.8	2.9	0.8
2006	3.1	8.3	7.8	3.5

Table 3. Biomass estimates (t) of different categories of male snow crab, *Chionoecetes opilio*, with confidence intervals of 95 % in Areas 12 and 19.

Tableau 3. Estimation de la biomasse (t) de différents stades de crabe des neiges mâle, *Chionoecetes opilio*, avec intervalles de confiance de 95% dans les zones 12 et 19.

Year of survey/ Année du relevé	Area 12/Zone 12			Area 19/Zone 19		
	B	R	RB/ BR	B	R	RB/ BR
1999*	41923 37271-46991	20636 18119-23403	21395 18283-24882	6261 5175-7506	2322 1750-3023	3951 3241-4769
2000*	35442 32914-38112	28926 25864-32248	6574 5457-7852	7351 6907-7815	5120 4444-5869	2276 2074-2492
2001*	41665 37115-46614	30278 27643-33093	11544 9473-13932	6093 5131-7183	3449 2855-4130	2639 2213-3121
2002*	48788 41941-56429	39135 35345-43219	9495 8471-10609	5456 4447-6625	3290 2637-4055	2045 1850-2255
2003**	59558 55520-63808	38795 35480-42333	20818 18424-23434	8733 7839-9699	4525 3904-5217	4177 3624-4790
2004**	78025 74282-81906	61629 58211-65192	16792 14665-19140	4877 4019-5864	1874 1231-2737	3010 2505-3587
2005**	62939 58840-67246	44291 41580-47130	18707 16526-21093	3802 2890-4912	1729 1159-2484	2080 1585-2681
2006**	61886 56880-67210	44087 39970-48508	17852 15534-20416	4285 2910-6090	2519 1443-4096	1539 1083-2122

B: Biomass at the time of the survey of adult males with a CW $\geq$ 95 mm without considering the loss (mortality and migration) (projected); R: Annual recruitment to the fishery (projected); RB: Residual biomass of adult males CW $\geq$ 95 mm.

B: Biomasse au moment du relevé. Mâles adultes avec une LC $\geq$ 95 mm en ne tenant pas compte de la perte (mortalité et migration) (projection); R: Recrutement annuel à la pêche (projection); BR: Biomasse résiduelle des mâles adultes LC $\geq$ 95 mm.

* Biomass estimates with "Den C. Martin" (not adjusted to "Emy-Serge").

* Biomasses estimées avec le "Den C. Martin" (ne sont pas ajustées avec le "Emy-Serge").

** Biomass estimates with "Marco Michel" (not adjusted to "Den C. Martin").

** Biomasses estimées avec le "Marco Michel" (ne sont pas ajustées avec le "Den C. Martin").

Table 4. Estimation (in numbers $\times 10^6$) of prerecruits (R-4, R-3, R-2 and R-1) in Area 12 based on trawl surveys.

Tableau 4. Estimation (en nombre $\times 10^6$) des prérecrues (R-4, R-3, R-2 et R-1) dans la zone 12 basée sur les données du relevé au chalut.

Survey Year/ Année du relevé	R - 4	R - 3	R-2	R -1
1999*	167.5	122.7	85.2	37.2
2000*	180.2	123.8	68.1	49.9
2001*	248.9	184.1	100.0	56.4
2002*	139.1	194.4	150.2	69.2
2003**	100.7	163.0	138.5	66.8
2004**	57.0	85.3	103.7	106.8
2005**	34.2	54.6	88.9	73.6
2006**	33.6	33.0	43.6	71.3

R-4: $69 > CW \geq 56$ mm adolescent at the time of the survey.

R-3: $83 > CW \geq 69$ mm adolescent at the time of the survey.

R-2: $CW \geq 83$ mm adolescent at the time of the survey

R-1: $CW \geq 95$ mm adult with a soft-shell at the time of the survey.

R-4: $69 > CW \geq 56$ mm adolescent au moment du relevé.

R-3: $83 > LC \geq 69$ mm adolescent au moment du relevé.

R-2: $LC \geq 83$ mm adolescent au moment du relevé.

R-1: $LC \geq 95$ mm adulte avec une carapace molle au moment du relevé.

* Estimates with "Den C. Martin" (not adjusted to "Emy-Serge").

* Estimations avec le "Den C. Martin" (ne sont pas ajustées avec le "Emy-Serge").

**Estimates with "Marco-Michel" (not adjusted to "Den C. Martin").

**Estimation avec le "Marco-Michel" (ne sont pas ajustées avec le "Den C. Martin").

Table 5. Estimation (in numbers $\times 10^6$) of prerecruits (R-4, R-3, R-2 and R-1) in Area 19 based on trawl survey data.

Tableau 5. Estimation (en nombre $\times 10^6$) des prérecrues (R-4, R-3, R-2 et R-1) dans la zone 19 basée sur les données du relevé au chalut.

Survey Year/ Année du relevé	R - 4	R - 3	R-2	R - 1
1999*	3.8	5.5	13.8	3.7
2000*	8.3	8.9	7.9	8.0
2001*	7.7	7.7	12.4	6.0
2002*	2.7	5.5	12.3	5.7
2003**	3.1	2.9	7.6	7.4
2004**	2.7	4.0	5.2	2.8
2005**	3.8	2.8	7.0	2.6
2006**	4.6	3.3	8.6	3.7

R-4: $69 > CW \geq 56$ mm adolescent at the time of the survey.

R-3: $83 > CW \geq 69$ mm adolescent at the time of the survey.

R-2: $CW \geq 83$ mm adolescent at the time of the survey

R-1: $CW \geq 95$ mm adult with a soft-shell at the time of the survey.

R-4: $69 > CW \geq 56$ mm adolescent au moment du relevé.

R-3: $83 > LC \geq 69$ mm adolescent au moment du relevé.

R-2: $LC \geq 83$ mm adolescent au moment du relevé.

R-1: $LC \geq 95$ mm adulte avec une carapace molle au moment du relevé.

* Estimates with "Den C. Martin" (not adjusted to "Emy-Serge").

* Estimations avec le "Den C. Martin" (ne sont pas ajustées avec le "Emy-Serge").

**Estimates with "Marco-Michel" (not adjusted to "Den C. Martin").

**Estimation avec le "Marco-Michel" (ne sont pas ajustées avec le "Den C. Martin").

Table 6. Biomass estimates (t) of different categories of male snow crab, *Chionoecetes opilio*, with confidence intervals of 95 % in Areas E and F.

Tableau 6. Estimation de la biomasse (t) de différents stades du crabe des neiges mâle, *Chionoecetes opilio*, avec intervalles de confiance de 95% dans les zones E et F.

Year of survey/ Année du relevé	Area E/Zone E			Area F/Zone F		
	B	R	RB/ BR	B	R	RB/ BR
1999*	1237 650-2145	213 18-915	1056 700-1532	1811 604-4241	1868 648-4271	908 288-2191
2000*	551 246-1072	385 65-1277	193 69-434	2782 2192-3482	964 190-2986	934 679-1254
2001*	750 296-1581	179 10-873	601 415-842	3803 2794-5059	2934 2266-3738	1158 744-1723
2002*	919 458-1654	618 224-1374	292 188-434	3922 2991-5051	2837 1953-3987	1015 816-1248
2003**	856 442-1505	310 80-839	586 343-937	13070 2137-4275	2306 1661-3120	794 335-1606
2004**	867 462-1487	491 177-1096	433 236-733	2133 1270-3367	1502 786-2613	649 253-1380
2005**	845 417-1534	635 338-1090	225 54-631	1923 1024-3303	1391 789-2278	535 153-1368
2006**	368 45-1394	236 19-1037	236 72-584	562 74-2074	397 38-1643	266 60-769

B: Biomass at the time of the survey of adult males with a CW $\geq$ 95 mm without considering the loss (mortality and migration) (projected); R: Annual recruitment to the fishery (projected); RB: Residual biomass of adult males CW $\geq$ 95 mm.

B: Biomasse au moment du relevé. Mâles adultes avec une LC $\geq$ 95 mm en ne tenant pas compte de la perte (mortalité et migration) (projection); R: Recrutement annuel à la pêche (projection); BR Biomasse résiduelle des mâles adultes LC $\geq$ 95 mm.

* Biomass estimates with "Den C. Martin" (not adjusted to "Emy-Serge").

* Biomasses estimées avec le "Den C. Martin" (ne sont pas ajustées avec le "Emy-Serge").

** Biomass estimates with "Marco Michel" (not adjusted to "Den C. Martin").

** Biomasses estimées avec le "Marco Michel" (ne sont pas ajustées avec le "Den C. Martin").

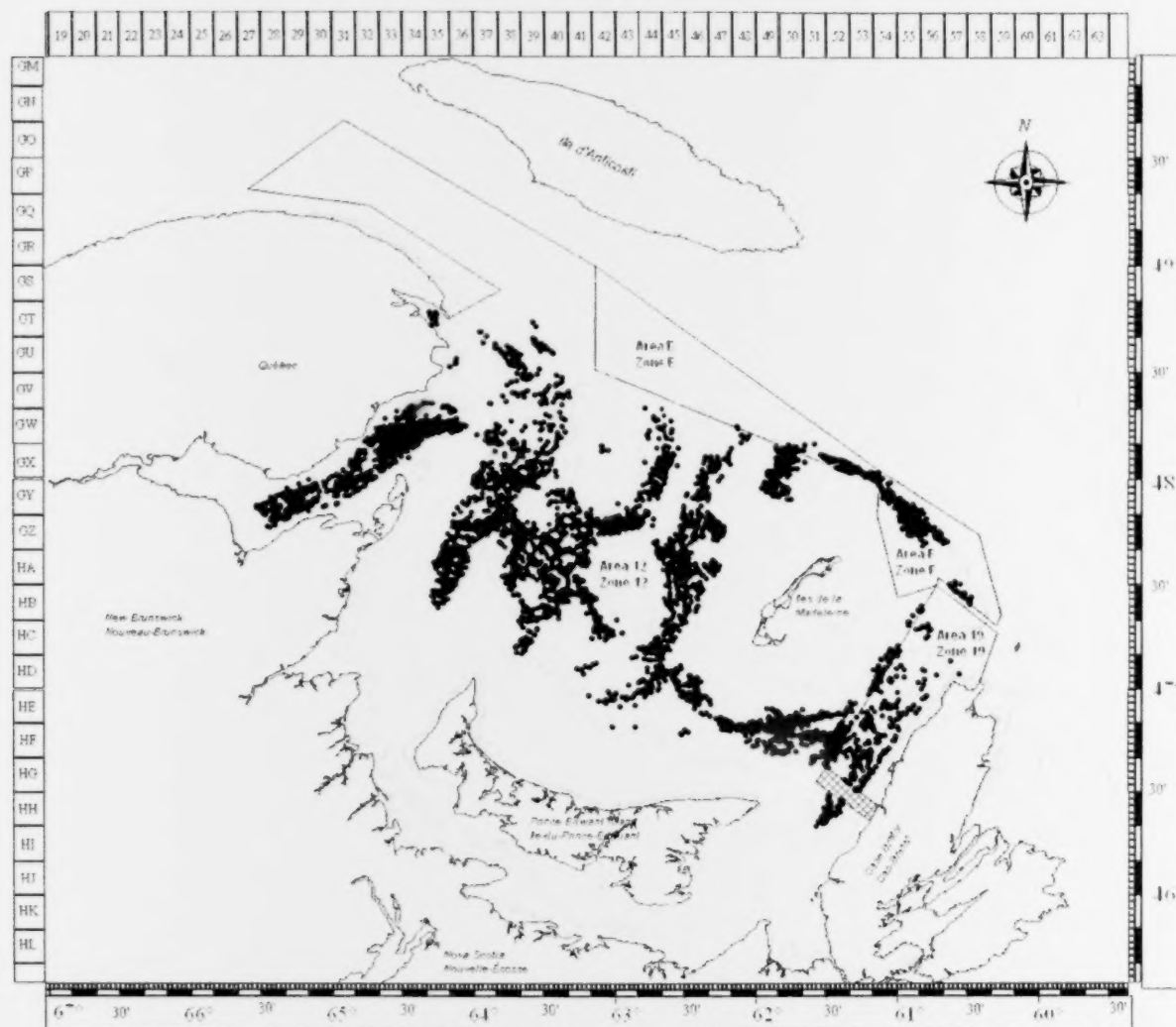


Figure 1. Southern Gulf of St. Lawrence snow crab, *Chionoecetes opilio*, management areas and locations of traps sampled aboard commercial vessels during the 2006 fishing season.

Figure 1. Zones de gestion pour les pêcheries de crabe des neiges, *Chionoecetes opilio*, dans le sud du golfe du Saint-Laurent et positions des casiers échantillonnés à bord des bateaux commerciaux durant la pêche de 2006.

2005



2006

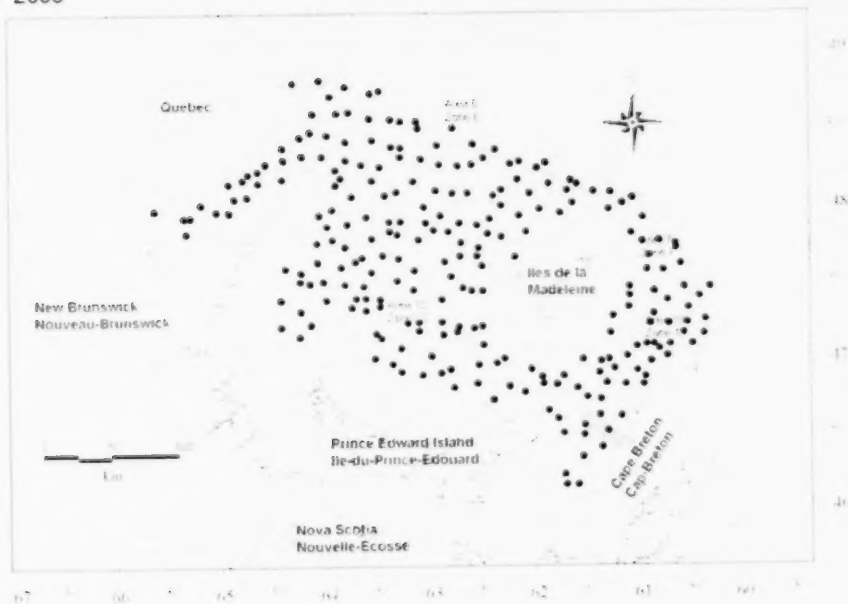


Figure 2. Locations of the 2005 and 2006 trawl survey stations in the southern Gulf of St. Lawrence snow crab, *Chionoecetes opilio*, fishing areas (+ : Relocalized stations in 2006).

Figure 2. Locations des stations du relevé au chalut dans les zones de pêche au crabe des neiges, *Chionoecetes opilio*, dans le sud du golfe du Saint-Laurent en 2005 et 2006 (+ : Stations relocalisées en 2006).

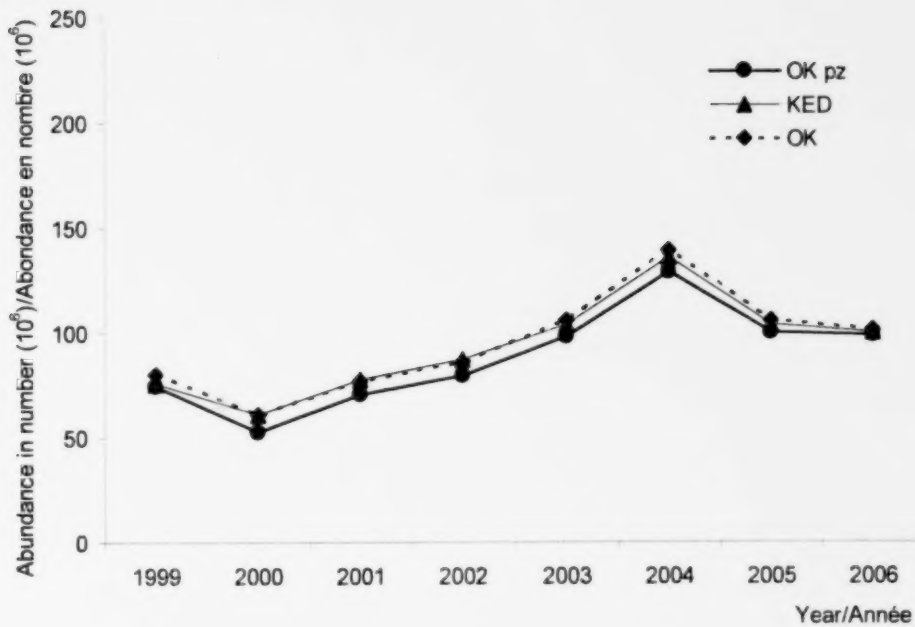


Figure 3. Comparison of the results of commercial male snow crab abundance estimates in Area 12 using Kriging with external drift (KED), and ordinary Kriging with (OK pz) and without pseudo zeros (OK).

Figure 3. Comparaison des résultats des estimés de l'abondance des mâles de taille commerciale dans la zone 12 en utilisant le Krigeage avec dérive externe (KED) et Krigeage ordinaire avec (OK pz) ou sans pseudo-zéro (OK).

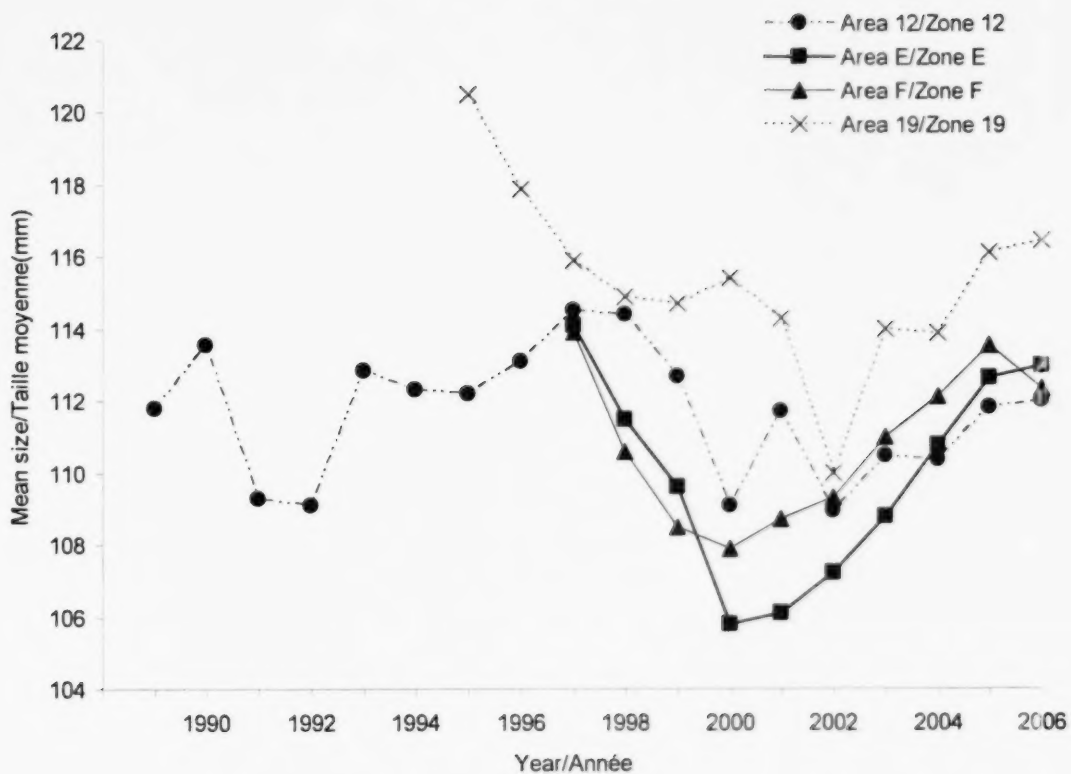
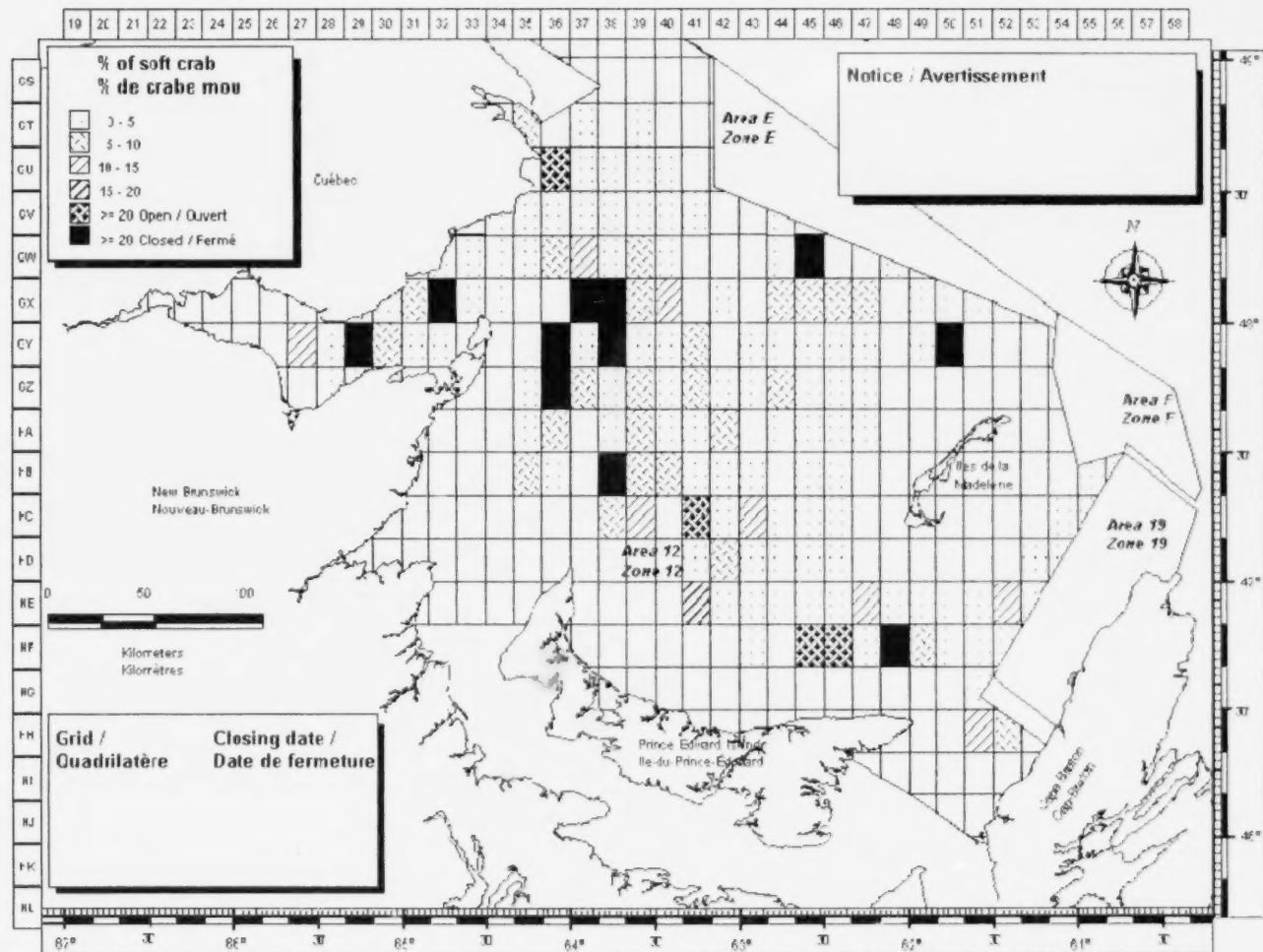


Figure 5. Annual mean size of commercial-sized adult males in catches in Areas 12, 19, E and F since 1989.

Figure 5. Taille moyenne annuelle des mâles de taille commerciale dans les prises dans les zones 12, 19, E et F depuis 1989.



■ Represents 20% or more of soft crab for at least one period of 15 days
 ■ Représente 20% ou plus de crabe mou pour au moins une période de 15 jours

Chart / Carte # 79

Figure 6. Seasonal report of percentage of soft-shelled males in snow crab Area 12 for the 2006 season.
 Figure 6. Rapport saisonnier des mâles à carapace molle dans la zone 12 pour la saison de pêche de 2006.

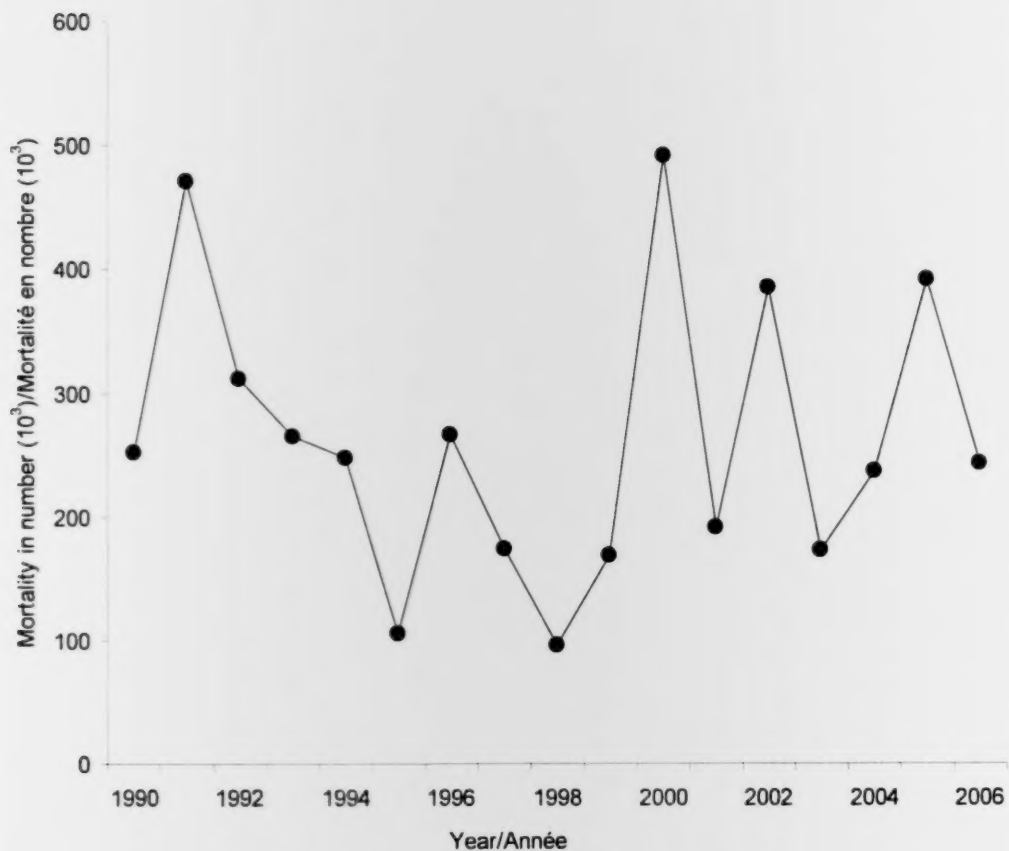
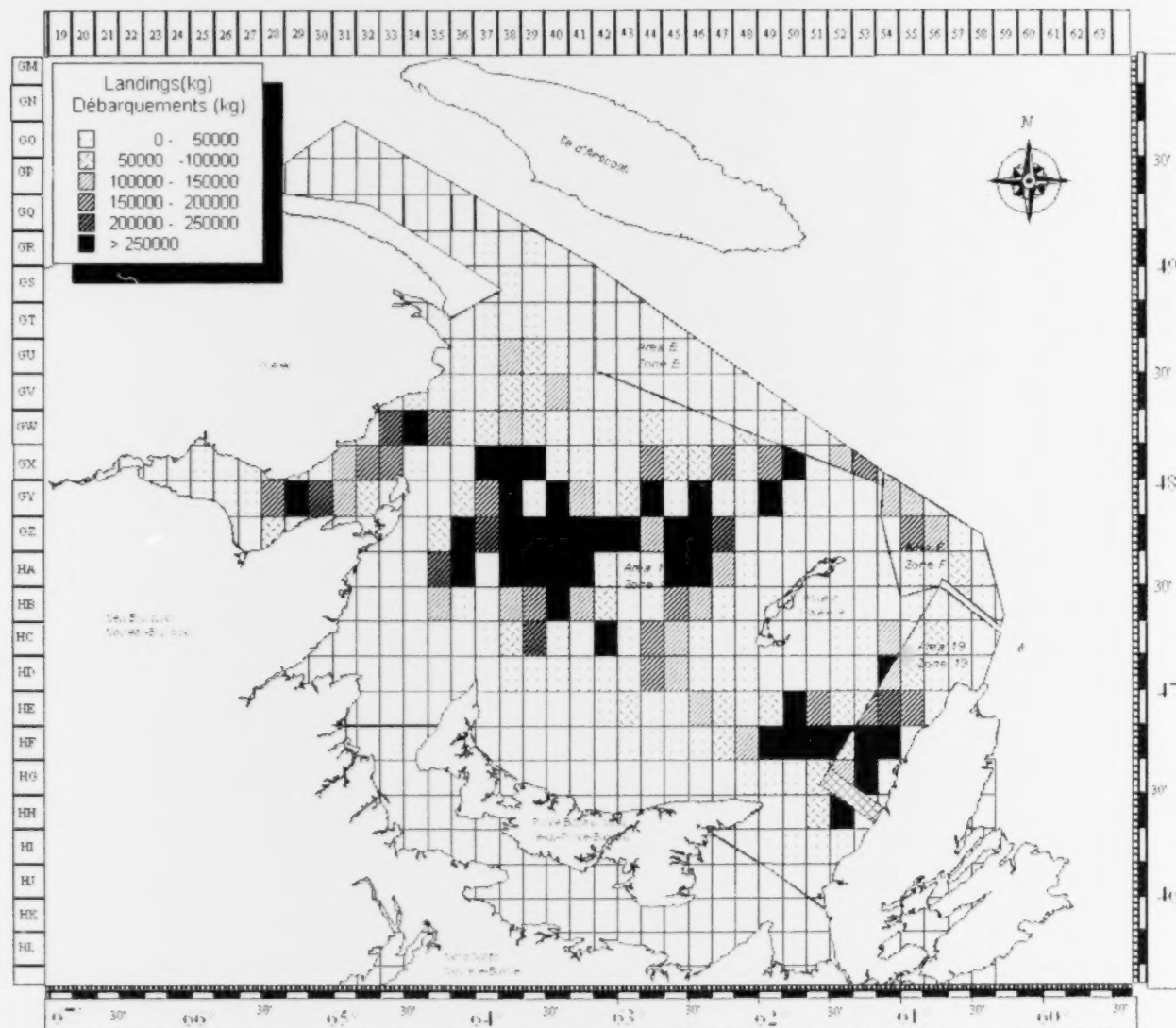


Figure 7. Annual discard mortality of soft-shelled males during fishing activities since 1990, based on a mortality percentage of 14.3 % (Dufour et al., 1997).

Figure 7. Mortalité annuelle causée par la pêche des mâles à carapace molle durant les activités de pêche depuis 1990, basée sur un pourcentage de mortalité de 14,3 % (Dufour et al. 1997).



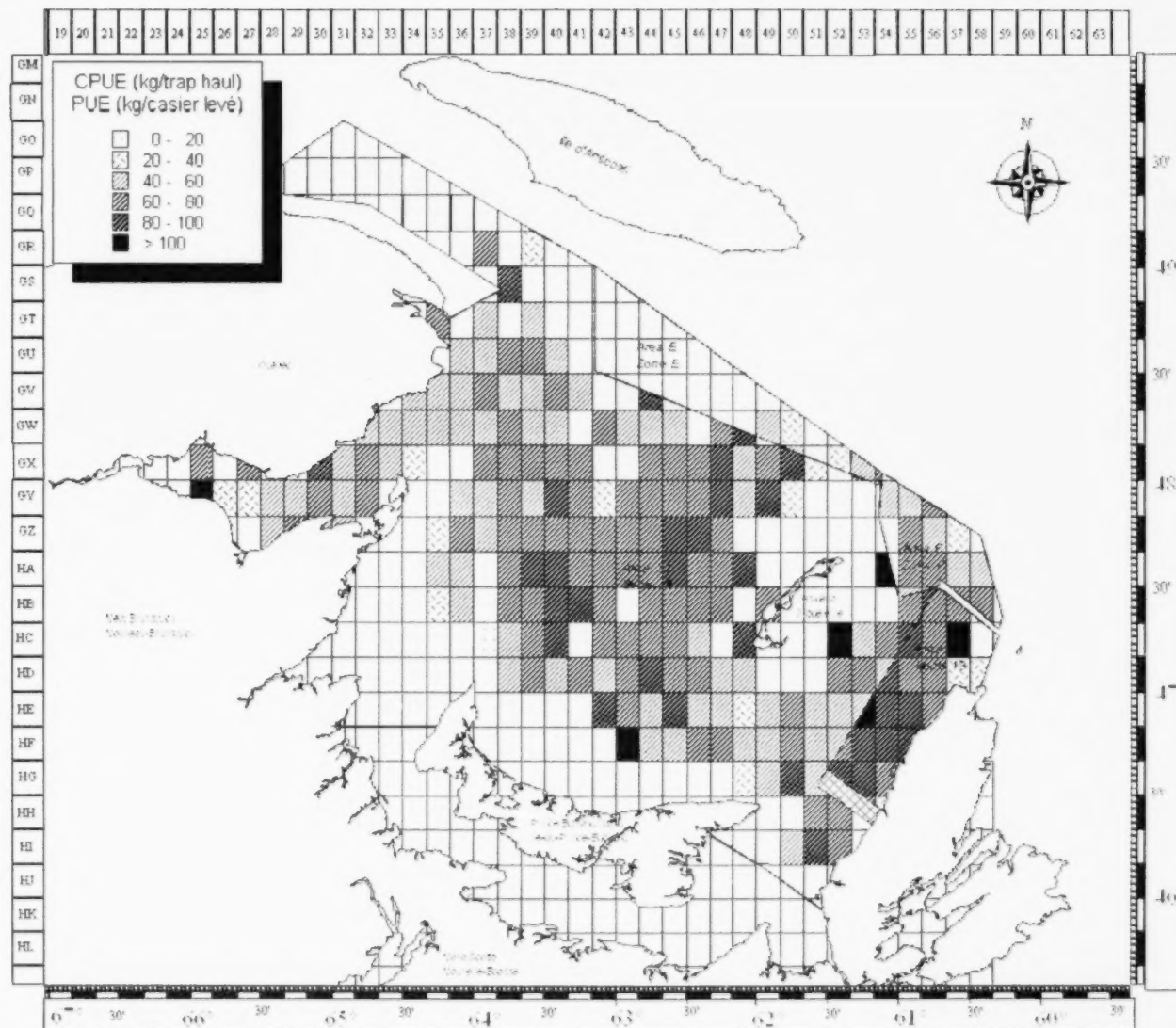


Figure 10. Geographic distribution of mean catch per unit of effort, CPUE (kg/th), in snow crab fishing Areas 12, 19, E and F for the 2006 fishing season.

Figure 10. Répartition géographique de la prise par unité d'effort, PUE (kg/cl), dans les zones 12, 19, E et F pour la saison de pêche de 2006.

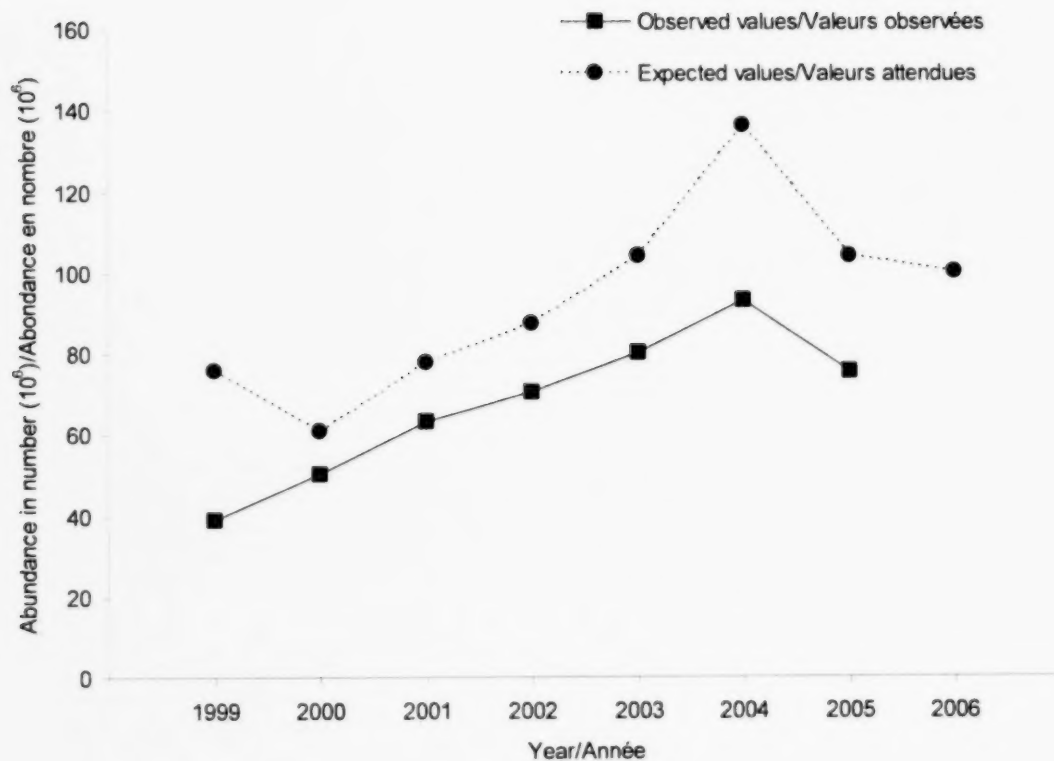


Figure 11. Difference between the observed and expected values of commercial-sized adult male abundances in Area 12.

Figure 11. Différence entre les valeurs observées et attendues de l'abondance des mâles adultes de taille commerciale dans la zone 12.

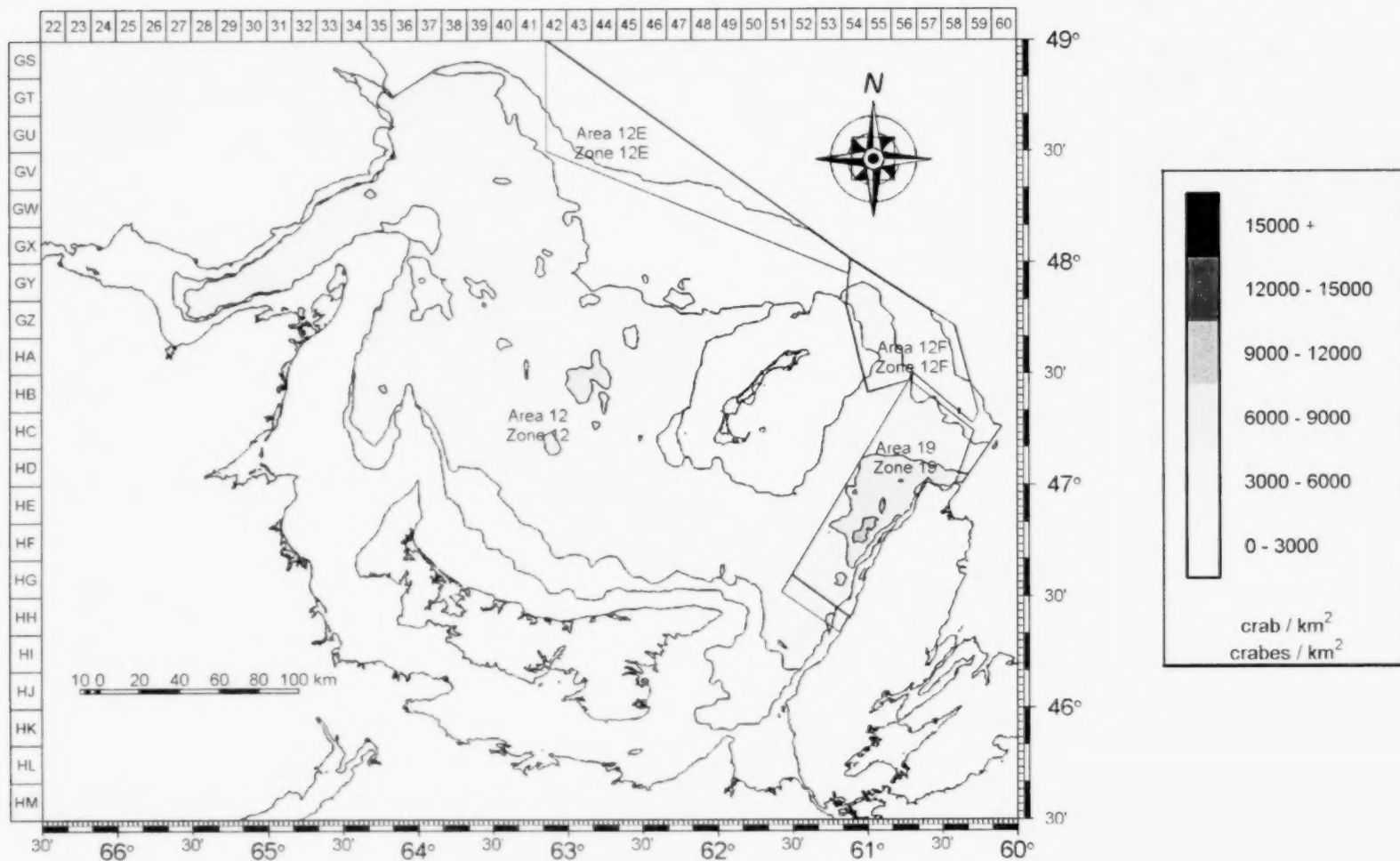


Figure 12. Density contours of adolescent males ≥ 56 mm CW based on the trawl survey in the southern Gulf of St. Lawrence in 2006.

Figure 12. Contours de densités des crabes adolescents mâles ≥ 56 mm LC à partir du relevé au chalut effectué dans le sud du golfe du Saint Laurent en 2006.

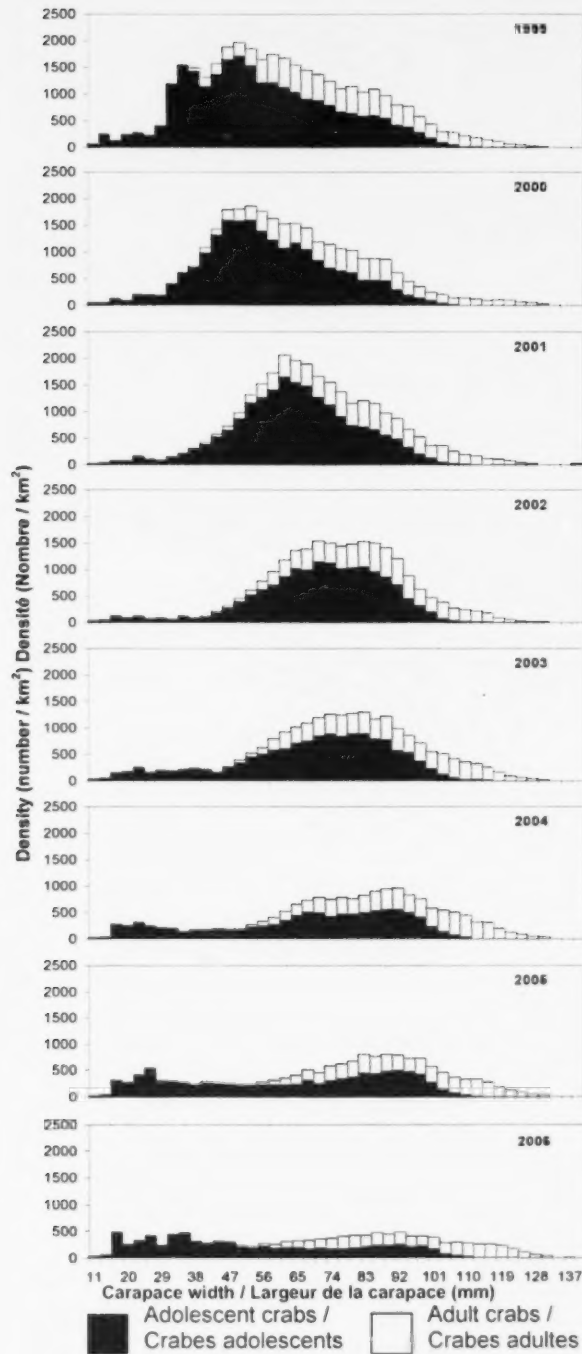


Figure 13. Size frequency distributions for male snow crabs collected during the trawl surveys in Area 12 following the fishing season from 1999 to 2006.

Figure 13. Distributions de fréquences de taille des crabes des neiges mâles capturés lors des relevés au chalut dans la zone 12 après la saison de pêche entre 1999 et 2006.

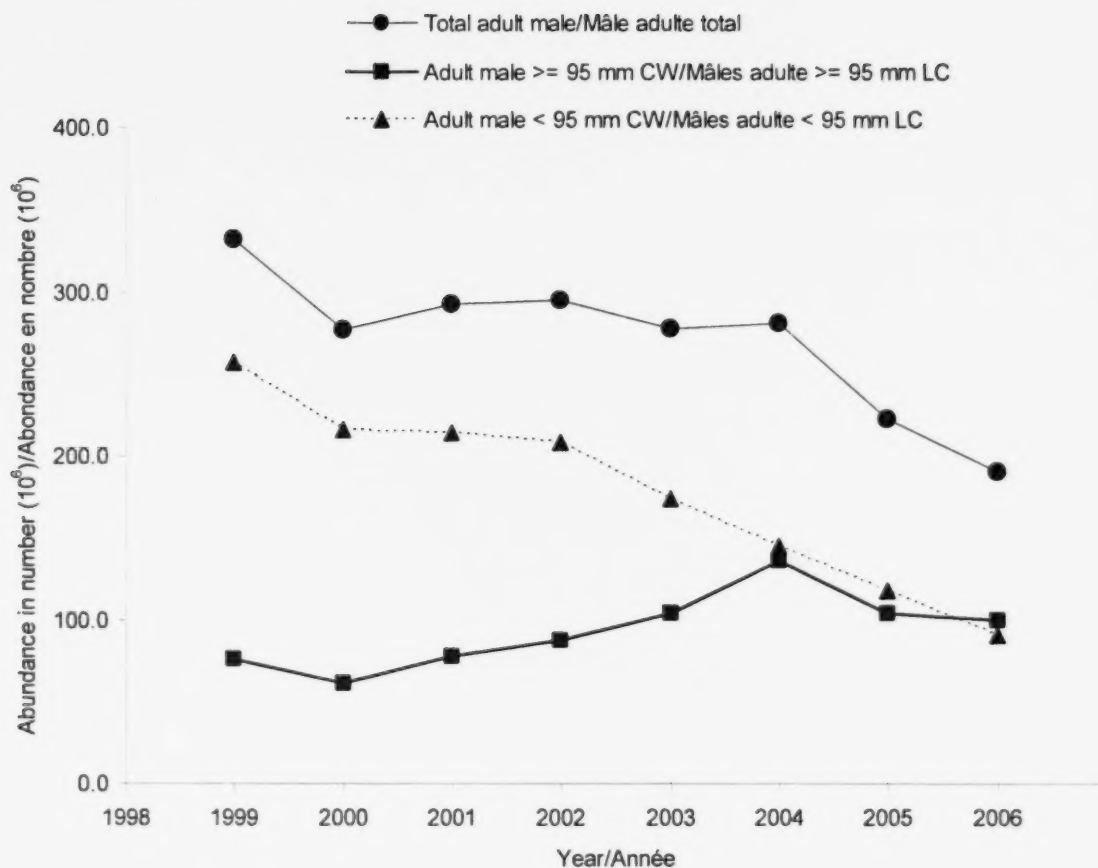


Figure 14. Estimated abundance of adult males observed during the trawl surveys in the southwestern Gulf of St. Lawrence since 1999.

Figure 14. Abondance estimée des mâles adultes observée durant les relevés au chalut dans le sud-ouest du golfe du Saint-Laurent depuis 1999.

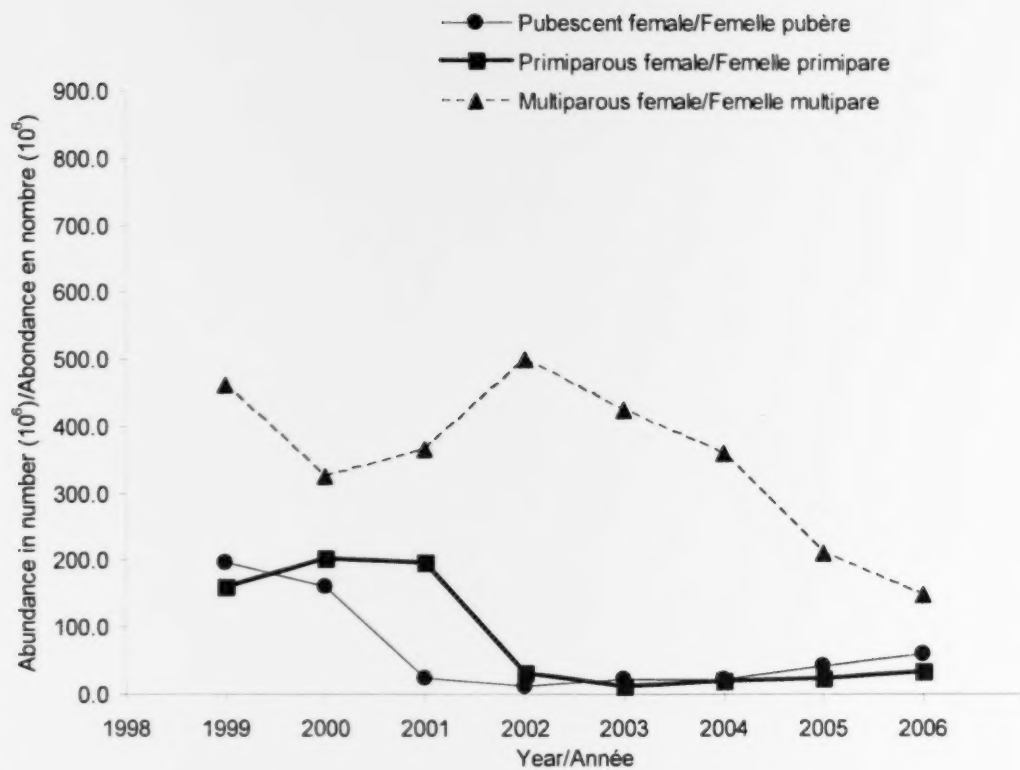


Figure 15. Annual abundance of pubescent, primiparous and multiparous females in the southwestern Gulf of St. Lawrence since 1999.

Figure 15. Abondance annuelle des femelles pubères, primipares et multipares dans le sud-ouest du golfe du Saint-Laurent depuis 1999.

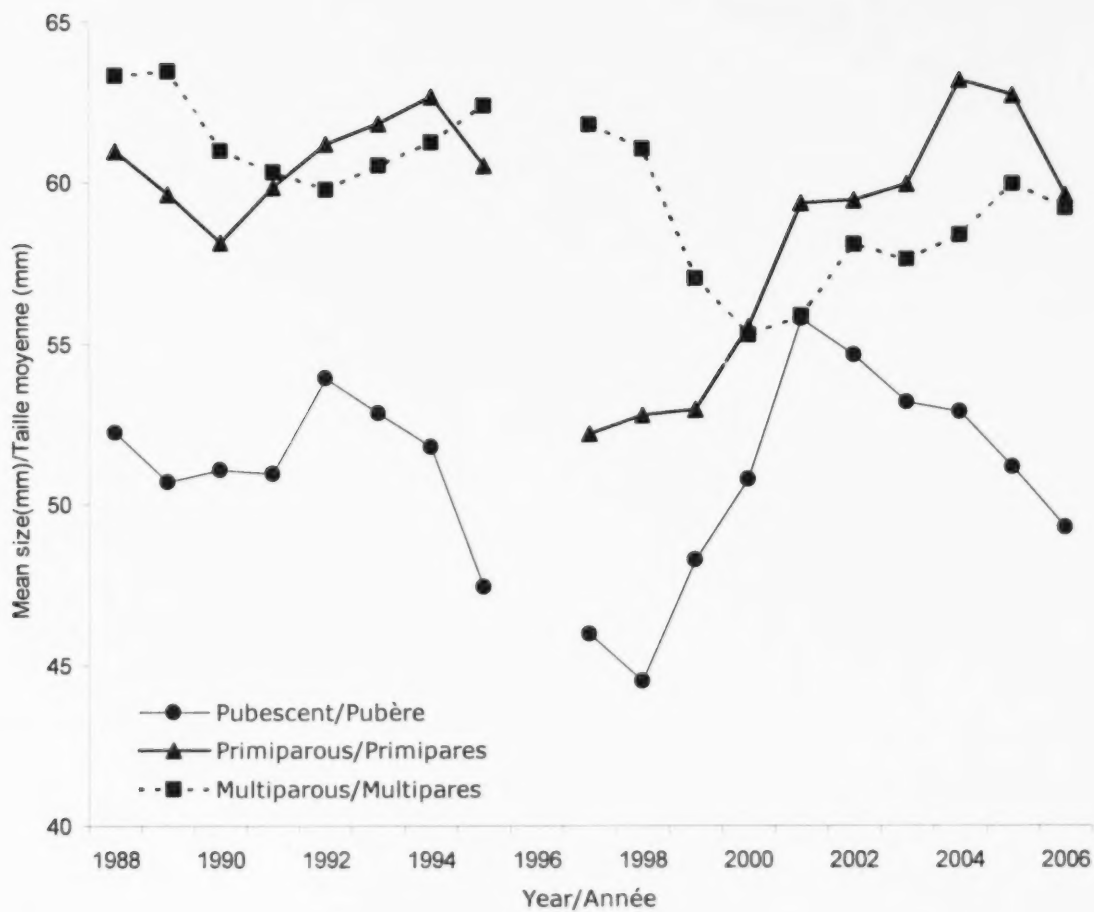


Figure 16. Mean size (mm) of pubescent, primiparous and multiparous females observed in the trawl surveys since 1988.

Figure 16. Taille moyenne (mm) des femelles pubères, primipares et multipares observées dans les relevés au chalut depuis 1988.

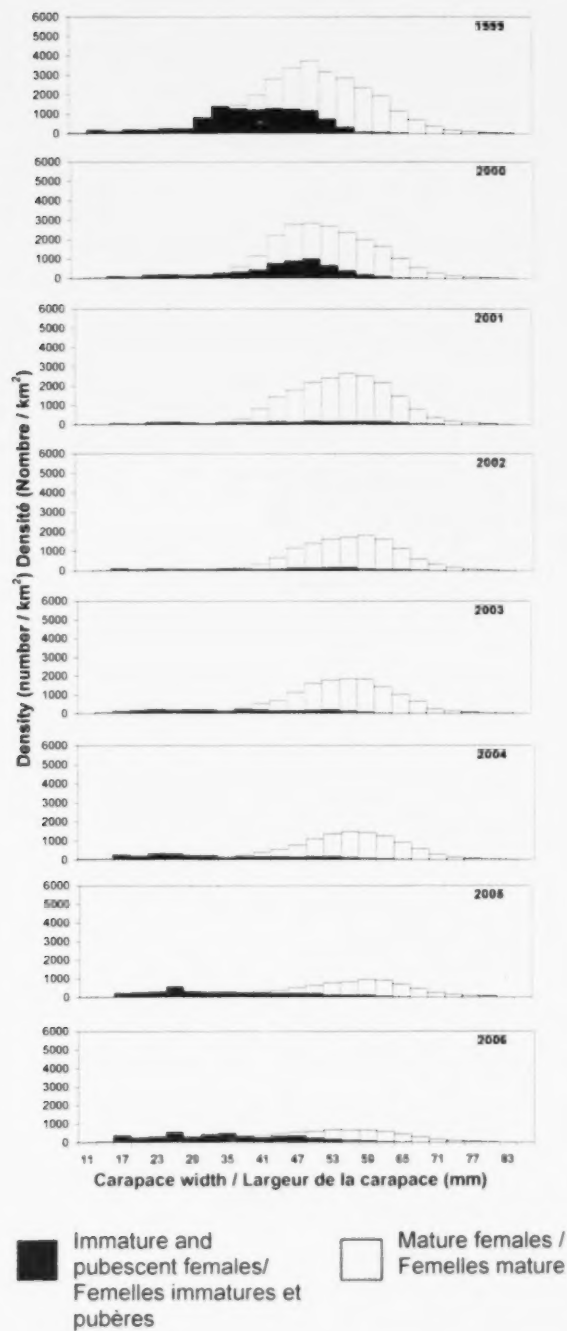


Figure 17. Size frequency distributions for female snow crabs collected during the trawl surveys in Area 12 following the fishing season from 1999 to 2006.

Figure 17. Distributions de fréquence des tailles des femelles de crabe des neiges capturés lors des relevés au chalut dans la zone 12 après la pêche entre 1999 et 2006.

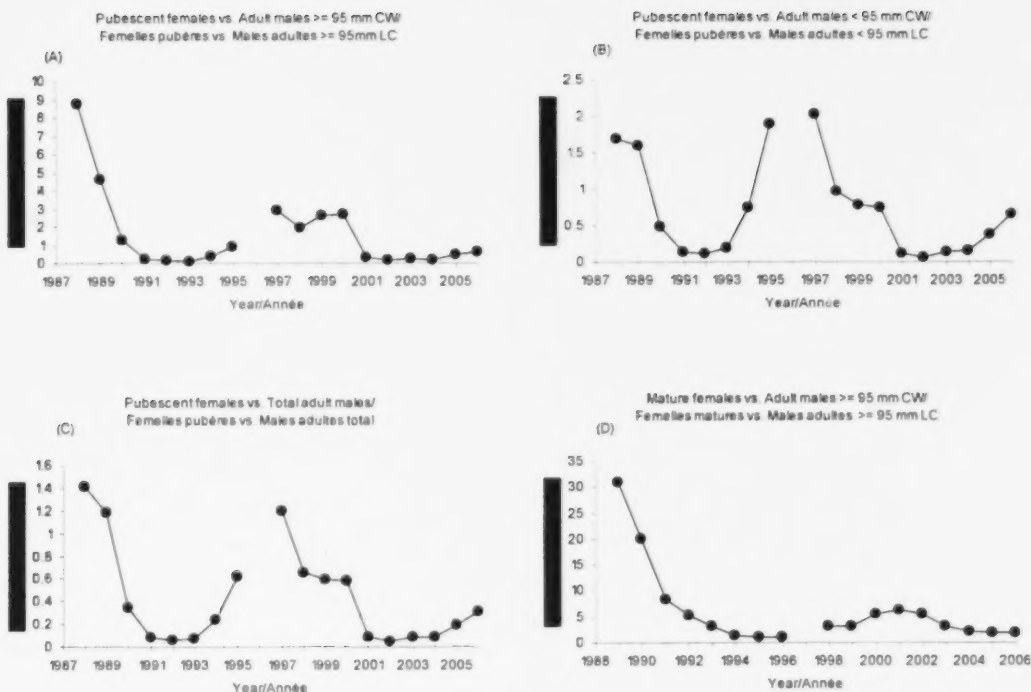


Figure 18. Global female-male ratio between adult males ≥ 95 mm CW and pubescent females (A) ; between adult males < 95 mm CW and mature females (B) ; between total adult males and pubescent females (C) ; between adult males ≥ 95 mm CW and mature females (D) in Area 12 since 1988.

Figure 18. Répartition des sexes femelle-mâle entre les mâles adultes ≥ 95 mm LC et les femelles pubères (A) ; entre les mâles adultes < 95 mm LC et les femelles pubères (B) ; entre les mâles adultes totaux et les femelles pubères (C) ; entre les mâles adultes ≥ 95 mm LC et les femelles matures (D) dans la zone 12 depuis 1988.

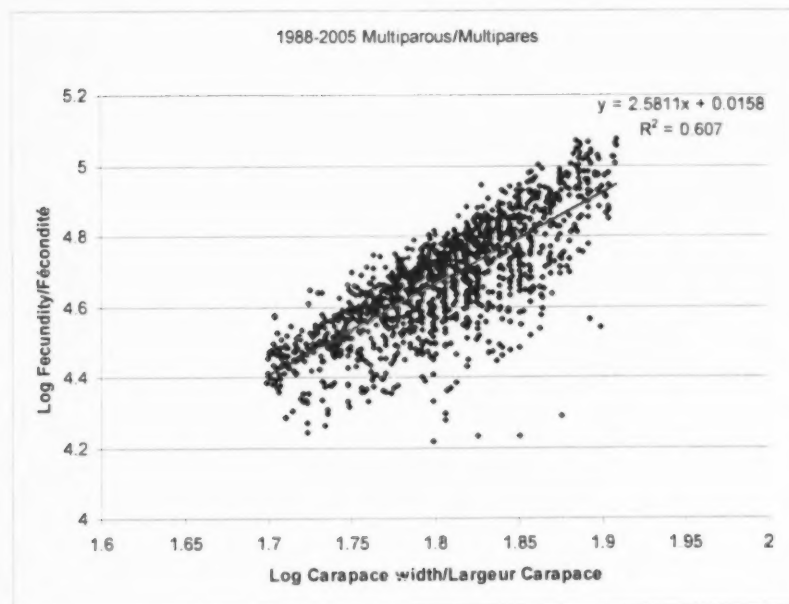
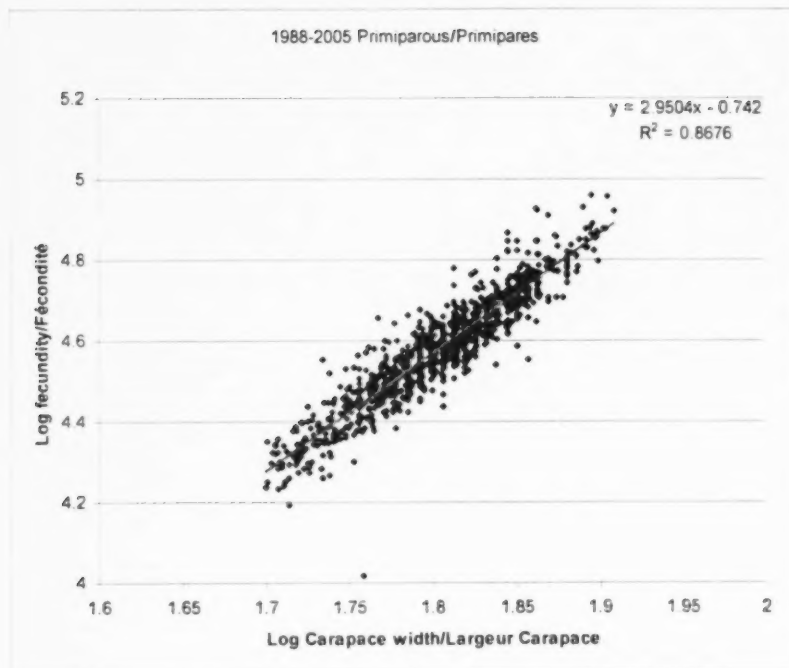


Figure 19. Size-fecundity relationships of primiparous and multiparous females in Area 12 from samples collected in the trawl surveys since 1988.

Figure 19. Relation entre la taille et la fécondité des femelles primipares et multipares dans la zone 12 à partir des échantillons provenant des relevés au chalut depuis 1988.

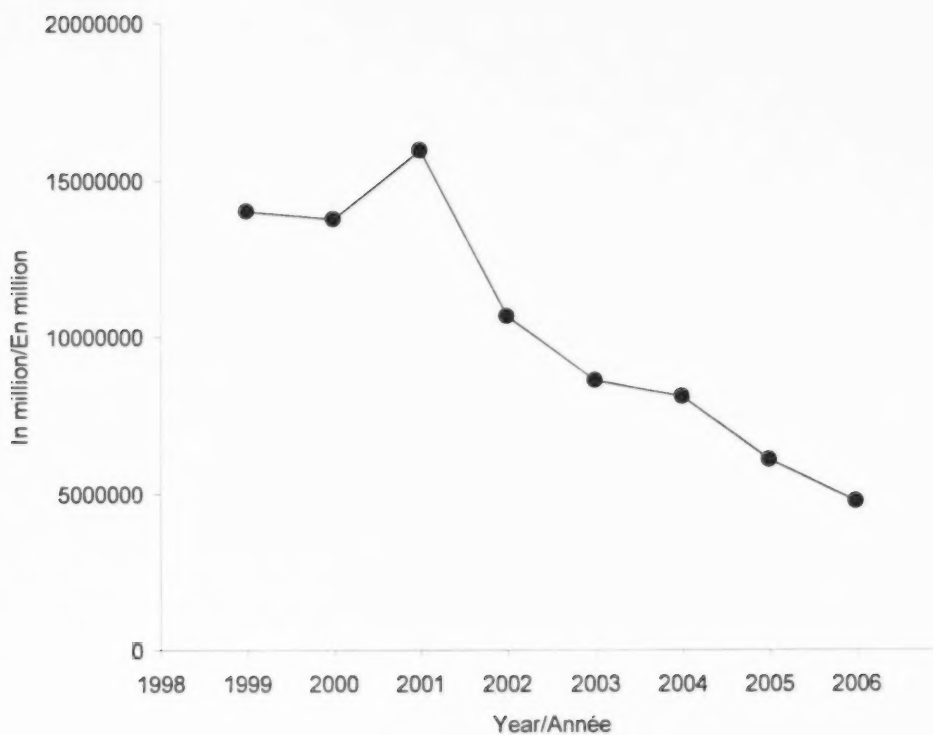


Figure 20. Total estimated egg production of mature females in Area 12 estimated from the trawl surveys and size-fecundity relationships for primiparous and multiparous females.

Figure 20. Production totale d'œufs estimée des femelles matures dans la zone 12 estimée à partir des relevés au chalut et des relations entre la taille et la fécondité pour les femelles primipares et multipares.

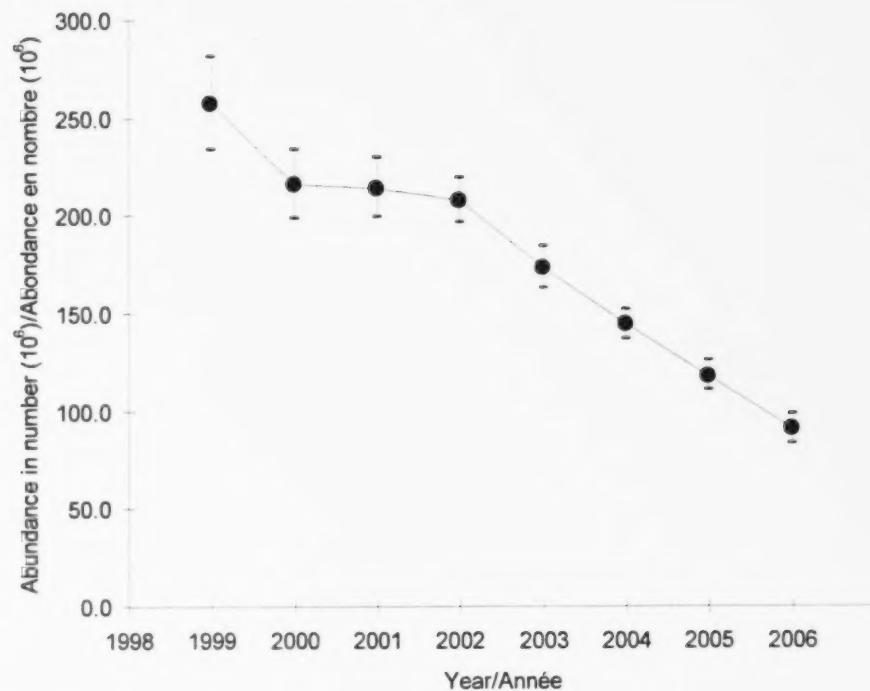


Figure 21. Abundance ($\times 10^6$) of adult males < 95 mm CW collected from the trawl surveys since 1999.
 Figure 21. Abondance ($\times 10^6$) des mâles adultes < 95 mm LC capturés lors des relevés au chalut depuis 1999.

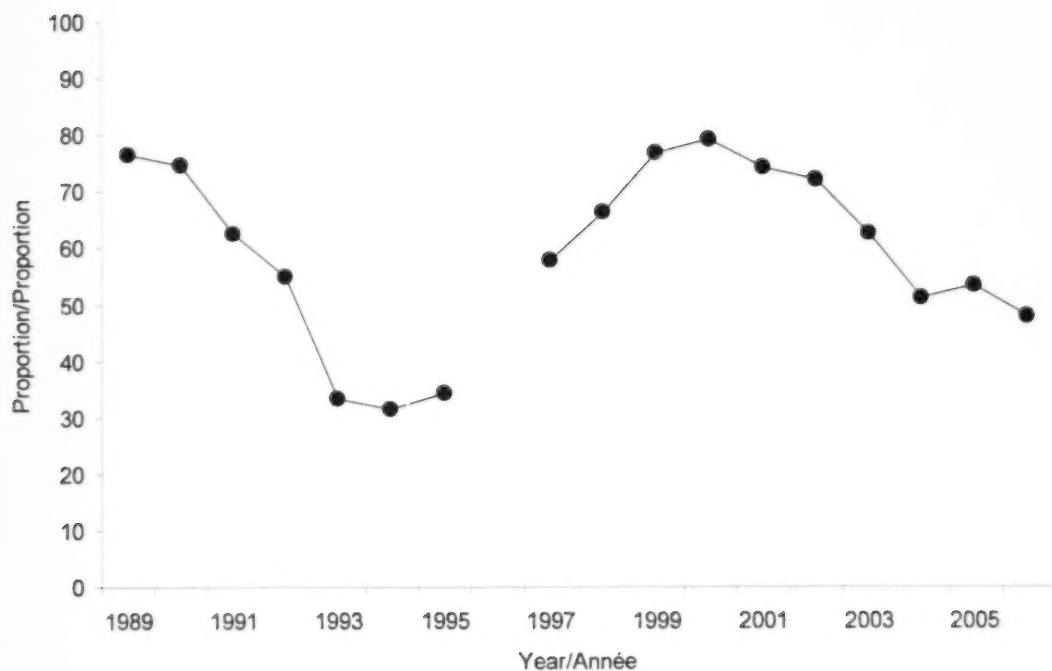


Figure 22. Proportion between the abundance of adult males < 95 mm CW to the total abundance of adult males collected in the trawl surveys since 1989.

Figure 22. Proportion entre l'abondance des mâles adultes < 95 mm LC et l'abondance totale des mâles adultes capturés lors des relevés au chalut depuis 1989.

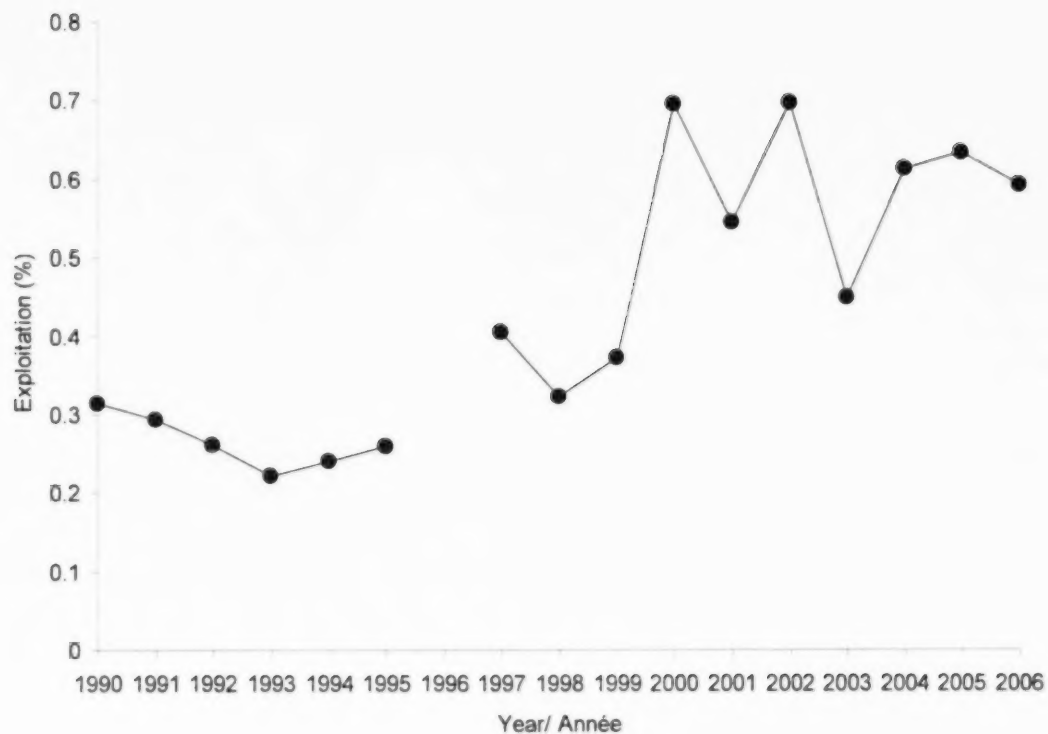


Figure 23. Empirical exploitation rate in Area 12 calculated based on the ratio between the landings during the year and the sum of the landings and the residual biomass of the same year since 1991.

Figure 23. Taux d'exploitation empirique dans la zone 12 calculé selon le ratio entre les débarquements au cours de l'année et la somme des débarquements et de la biomasse résiduelle de la même année depuis 1991.

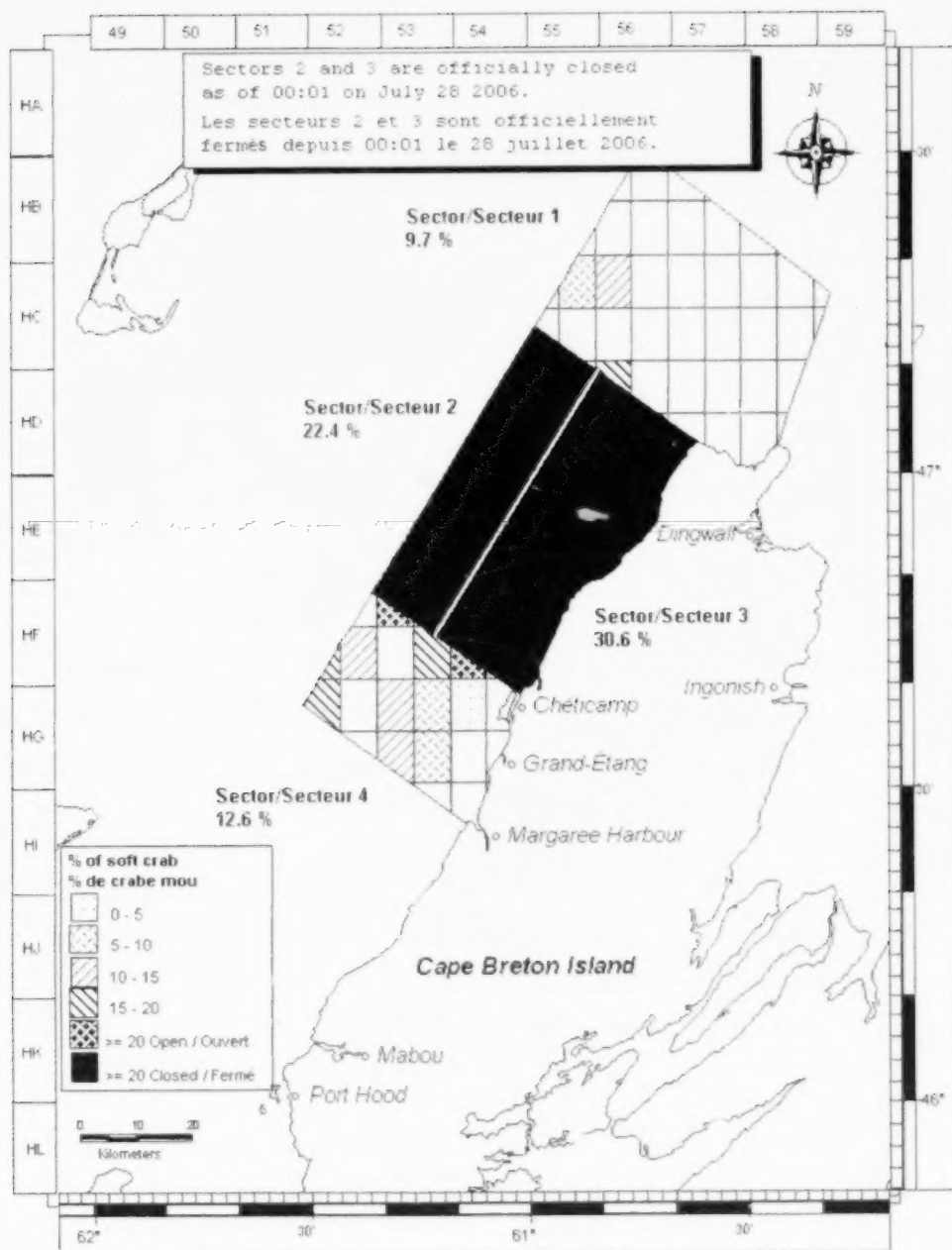


Figure 24. White shelled crab protocol in Area 19 in 2006.

Figure 24. Protocole de crabes blancs dans la zone 19 en 2006.

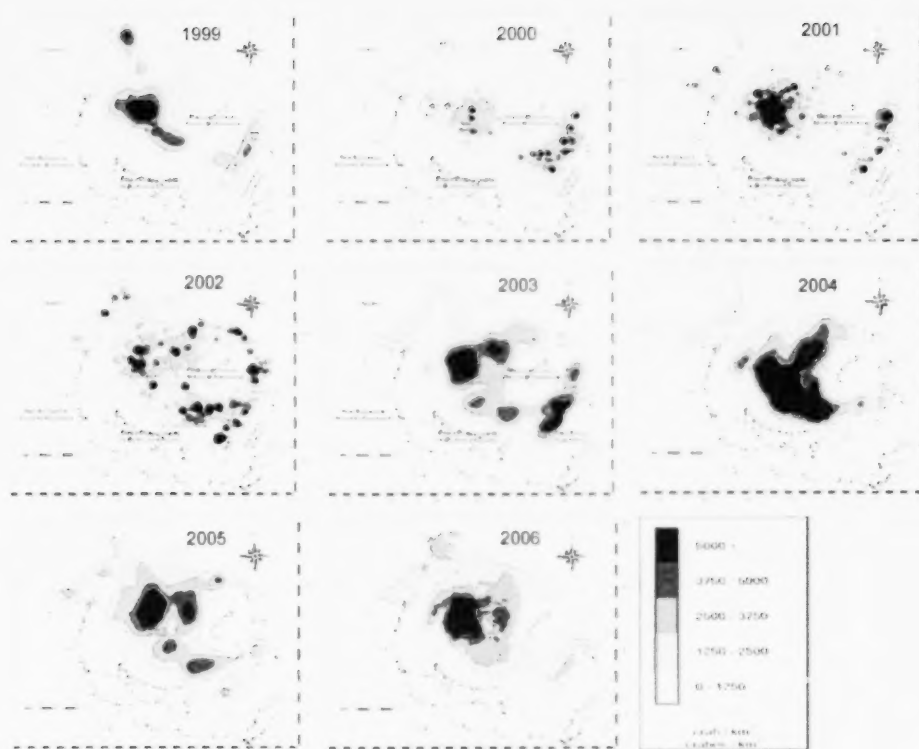


Figure 25. Density contours for adult males ≥ 95 mm CW based on the trawl surveys from 1999 and 2006 to the southern Gulf of St. Lawrence.

Figure 25. Contours de densités des crabes adultes mâles ≥ 95 mm LC à partir des relevés au chalut effectués entre 1999 et 2006 dans le sud du golfe du Saint-Laurent.

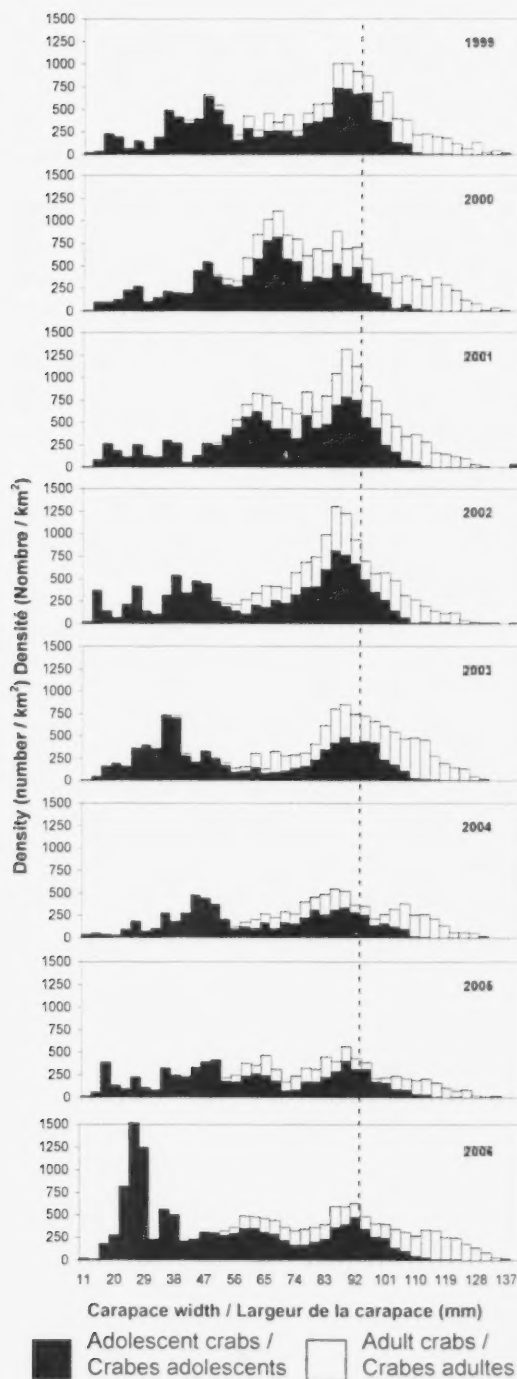


Figure 26. Size frequency distributions for male snow crabs collected during the trawl surveys in Area 19 following the fishing season from 1999 to 2006.

Figure 26. Distributions de fréquences de taille des crabes des neiges mâles capturés lors des relevés au chalut dans la zone 19 après la saison de pêche entre 1999 et 2006.

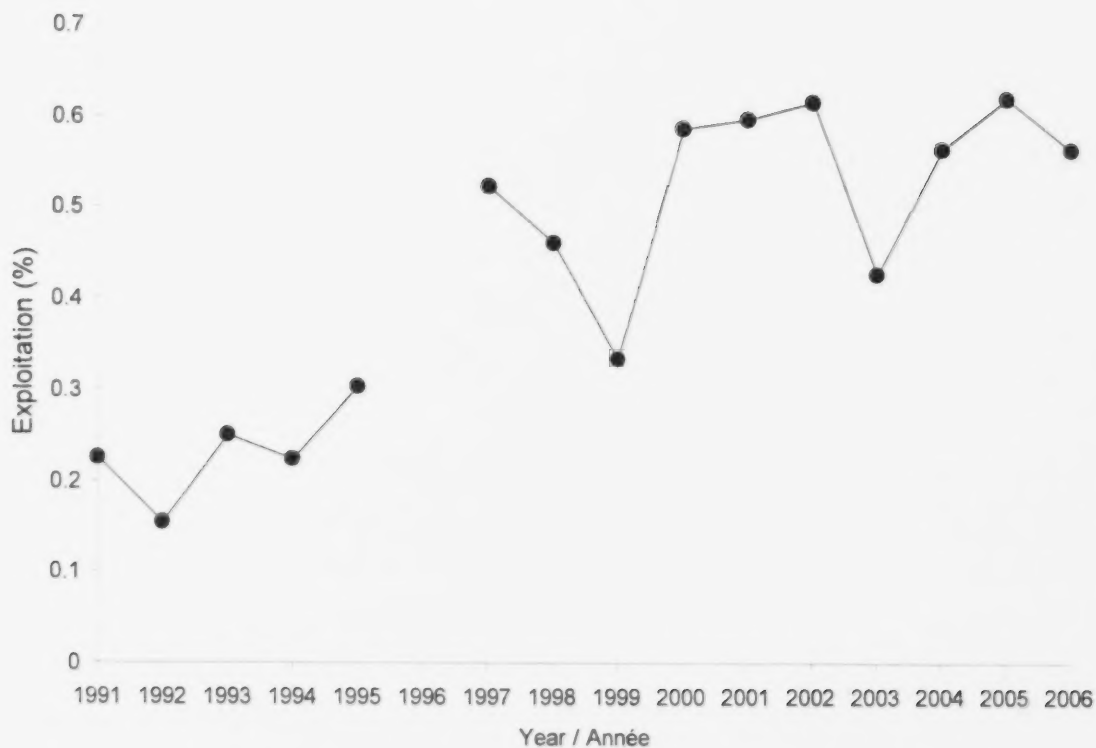


Figure 27. Empirical exploitation rates in Area 19 based on the ratio between the landings during the year and the sum of the landings and the residual biomass of the same year since 1991.

Figure 27. Taux d'exploitation empirique dans la zone 19 calculé selon le ratio entre les débarquements au cours de l'année et la somme des débarquements et de la biomasse résiduelle de la même année depuis 1991.

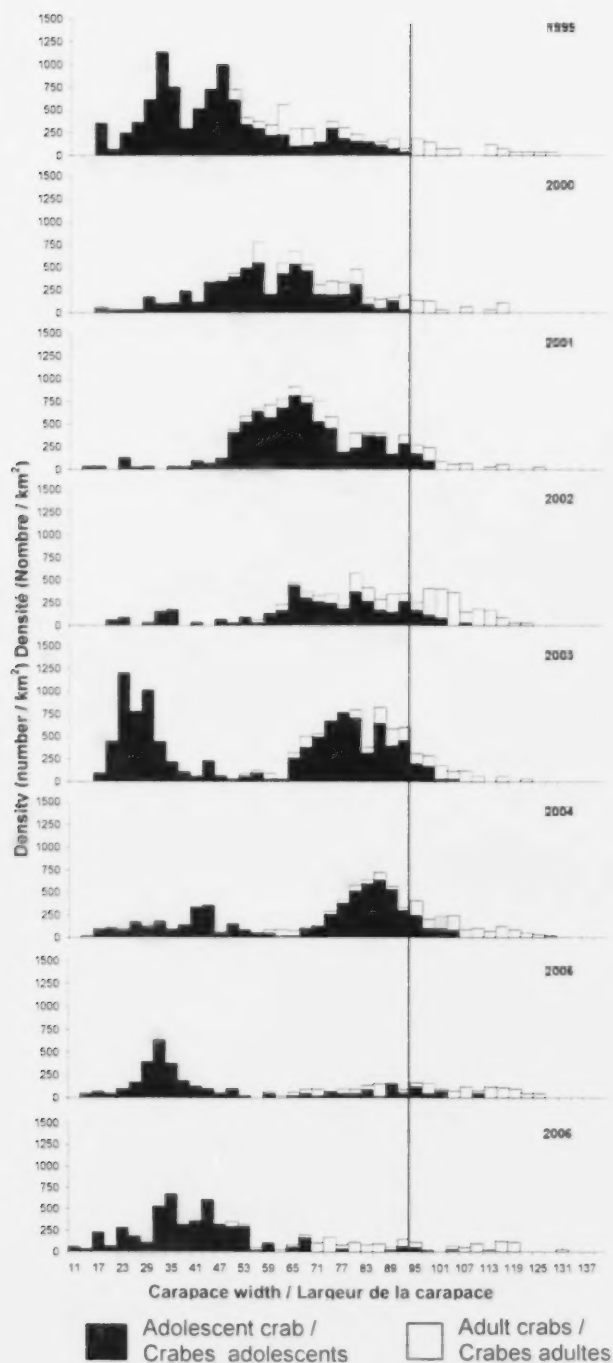


Figure 28. Size frequency distributions for male snow crabs collected during the trawl surveys in Area E following the fishing season since 1999.

Figure 28. Distributions de fréquences de taille des crabes des neiges mâles capturés lors des relevés au chalut dans la zone E après la saison de pêche depuis 1999.

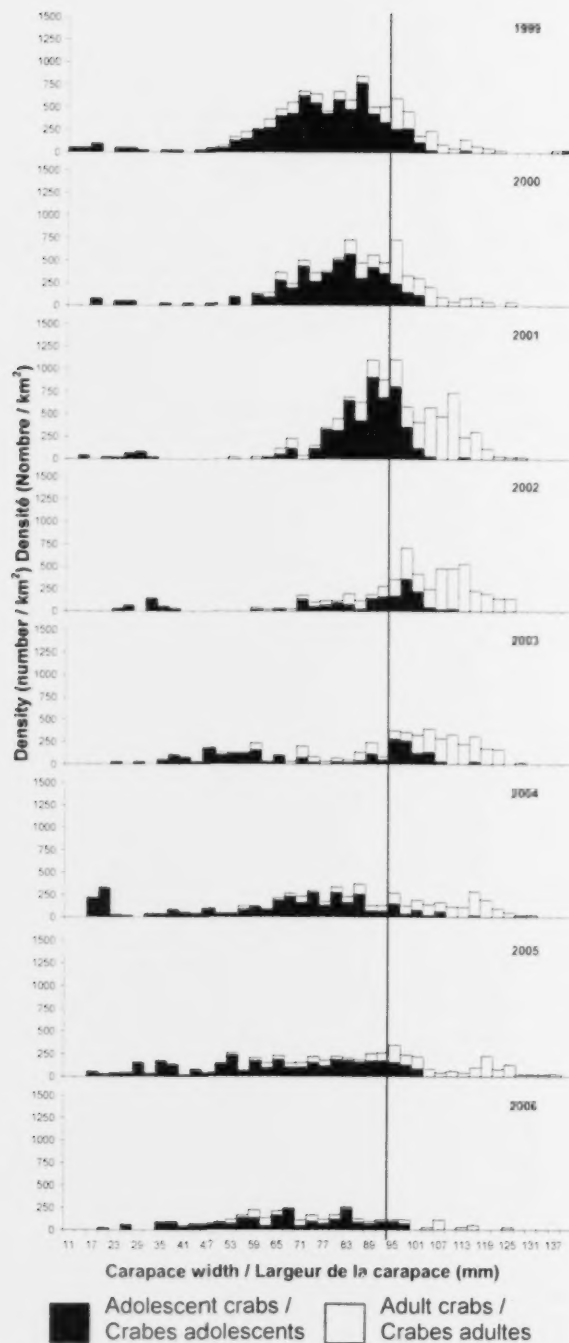


Figure 29. Size frequency distributions for male snow crabs collected during the trawl surveys in Area F following the fishing season since 1999.

Figure 29. Distributions de fréquences de taille des crabes des neiges mâles capturés lors des relevés au chalut dans la zone F après la saison de pêche depuis 1999.

